

UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## **Tesis Doctoral**

**Metodología para integrar el diseño en un proceso curricular STEAM  
a través del uso de las nuevas tecnologías creativas.**

### **AUTOR**

**Joseba Koldobika Azcaray Fenández**

### **DIRECTORES**

**Dr. Manuel Martínez Torán**

**Dr. Marcelo Leslabay Martínez**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño  
Doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales**

**VALENCIA, Julio 2019**





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**TESIS DOCTORAL**

**METODOLOGÍA PARA INTEGRAR EL DISEÑO EN UN  
PROCESO CURRICULAR STEAM A TRAVÉS DEL USO  
DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS CREATIVAS**

**Autor**

**Joseba K. Azcaray Fernández**

**Directores**

**Manuel Martínez Torán**

**Marcelo Leslabay Martínez**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

**Doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales**

**VALENCIA, Julio 2019**





## **AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis doctoral es la culminación de un proyecto que comenzó hace más de 13 años, cuando descubrí el concepto diseño pero que aún no sé del todo definirlo. Quizás, esté más cerca de conseguirlo.

Quiero agradecer en primer lugar a mi familia, los que están y los que no están. A mi ama, aita, hermana y mi abuela, mi preferida. Por siempre les dedico este trabajo por su amor y esfuerzo incondicional a llegar a lo más alto y cumplir mis sueños.

En especial a mis directores Dr. Manuel Martínez Torán y Dr. Marcelo Leslabay por su tiempo y dedicación en guiarme en este proyecto.

Al Dr. Patxi G. G. por hacer lo imposible posible. Sin tu ayuda, tampoco lo hubiera logrado.

A la Dra. Chele Esteve, por su atención, sus continuos gestos de apoyo y oportunidades para llevar a cabo este trabajo.

A Viviana, mi coordinadora de la Universidad LABA en Brescia, y en general a las escuelas italianas y su influencia en la forma de entender el diseño.

A Marina por su paciencia, amor y cariño hacia a mí, gracias por el continuo apoyo que me has dado.

A mis amigas y amigos de la koadrilla de Bilbao, las mejores personas que he conocido nunca. A los de Valencia, Milano, Brescia y Logroño, nunca os olvidaré.

Eskerrik asko!



## RESUMEN

La entrada al s. XXI ha supuesto cambios tecnológicos que han influenciado los estilos de vida llevando a cabo una transformación de la sociedad más joven hasta la más adulta, abriendo nuevas perspectivas de investigación y paradigmas educativos.

A lo largo de la historia, se ha demostrado el potencial creativo y de innovación que poseen los niños a la hora de resolver determinadas situaciones, pero a su vez, la capacidad de perderlo si no es gestionado adecuadamente. Inmersos ya en la cuarta revolución industrial, las nuevas herramientas tecnológicas sugieren retos innovadores hacia la búsqueda de soluciones de los problemas planteados en el marco de la enseñanza.

Esta investigación plantea el diseño de un escenario basado en el *movimiento maker* y *FabLab*, donde los alumnos y profesores tengan opciones de aprendizaje a partir del uso de la fabricación digital, impresión 3D y la robótica educativa como herramientas para generar ideas creativas e innovadoras.

Para llevar a cabo una integración de las técnicas del área de la creatividad, se realiza un estudio a partir de estrategias relacionadas con el diseño. Se presenta el concepto *design thinking* como una metodología dirigida a la resolución de problemas donde los estudiantes estarán capacitados para desarrollar nuevas ideas, construirlas y llevar a cabo una experimentación basándose en los conocimientos adquiridos en las aulas.

Se elabora un enfoque donde tanto los docentes como los alumnos adquieren un nuevo rol de diseñadores. Para ello se establece un escenario, que, apoyado desde diversos informes internacionales, se analiza la innovación de la educación desde la nueva tendencia educativa multidisciplinar *STEM* (acrónimo del inglés Science, Technology, Engineering, & Mathematics) y cómo las distintas instituciones y políticas educativas comienzan en el desarrollo de nuevas herramientas y métodos basados en estrategias de diseño para ofrecer y generar modelos y tácticas curriculares.

Como consecuencia, se analiza la evolución del concepto *STEM to STEAM* y cómo la integración del término *Art* (A) favorece el nexo creativo entre disciplinas de ciencia y tecnología. A modo significativo, destaca la importancia de utilizar estrategias basadas en el diseño y la creatividad como una prioridad en la búsqueda de soluciones.

Para llevar a cabo esta gestión multidisciplinar, se desarrolla la metodología DiTec, implicando estrategias basadas en el *design thinking* como una guía creativa hacia la búsqueda de soluciones y el uso de las nuevas tecnologías como el medio curricular para experimentar ideas y generar conocimiento.

Con el fin de validar la investigación, se realiza tres casos prácticos donde la metodología DiTec ha posibilitado estandarizar y dar viabilidad al concepto *STEAM* y cómo el *diseño* se establece como una futura disciplina proyectual.



## **ABSTRACT**

The entry into the 21st century has supposed technological changes that have influenced modern life, undertaking this way a transformation of both the younger and the elder generation and opening the scope for new prospects of research and educational paradigms.

Throughout history it has been illustrated the creative and innovative potential that children possess while facing and solving certain situations, but this ability may also vanish if it is not adequately managed. Already immersed in the Fourth Industrial Revolution, new technological tools suggest innovative challenges towards the search of solutions concerning to issues raised within the framework of formal education.

This research presents the design for a scenario based on the maker movement and FabLab, where both students and teachers have available learning options from the use of digital fabrication, 3D printing and Educational Robotics as tools for the generation of creative and innovative ideas.

In order to carry out the integration of techniques concerning the field of creativity, the research is guided through active strategies related to design. The concept of design thinking is presented as a methodology focused on problem solving in which the students will be able to develop new ideas, construct them and carry out a testing, looking into the acquired knowledge inside the classrooms.

For that, a new approach is elaborated; in this approach teachers and students acquire a new role as knowledge and learning designers. It establishes a context that, supported by diverse international reports, analyses the innovation of education from the point of the new STEAM (Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics) educational tendency and how different institutions and education politics start within the development of new tools and methods based on design strategies to offer and generate curricular models and tactics.

The study analyses the evolution of 'STEM to STEAM' and how the inclusion of the term 'A' favours the creative link among disciplines of science and technology. The importance of using design-based strategies and the creativity as a priority for solution searching is highlighted in a meaningful way.

In order to conduct this multidisciplinary management, DiTec methodology is developed, involving strategies based on design thinking as a creative guide towards the search of solutions and the use of new technologies as the curricular vehicle to experiment ideas and generate knowledge.

To validate this research, three practical cases are performed, in which DiTec methodology has allowed for standardization and for the viability of STEAM concept and how the term design is established as a future curricular discipline.



## RESUM

L'entrada al s. XXI ha suposat canvis tecnològics que han influenciat els estils de vida duent a terme una transformació de la societat més jove fins a la més adulta, obrint noves perspectives de recerca i paradigmes educatius.

Al llarg de la història, s'ha demostrat el potencial creatiu i d'innovació que posseeixen els infants a l'hora de resoldre determinades situacions, però alhora, la capacitat de perdre'l si no és gestionat adequadament. Immersos ja en la quarta revolució industrial, les noves eines tecnològiques suggereixen reptes innovadors cap a la recerca de solucions dels problemes plantejats en el marc de l'ensenyament.

Aquesta investigació planteja el disseny d'un escenari basat en el moviment maker i FabLab, on els alumnes i professors tinguin opcions d'aprenentatge a partir de l'ús de la fabricació digital, impressió 3D i la robòtica educativa com a eines per generar idees creatives i innovadores.

Per dur a terme una integració de les tècniques de l'àrea de la creativitat, es realitza un estudi a partir d'estratègies relacionades amb disseny. Es presenta el concepte design thinking com una metodologia dirigida a la resolució de problemes on els estudiants estaran capacitats per desenvolupar noves idees, construir-les i dur a terme una experimentació basant-se en els coneixements adquirits a les aules.

S'elabora un enfoc on tant els docents com els alumnes adquireixen un nou rol de dissenyadors. Per a això s'estableix un escenari, que, amb el suport de diversos informes internacionals, s'analitza la innovació de l'educació des de la nova tendència educativa multidisciplinària STEM (acrònim de l'anglès Science, Technology, Engineering, & Mathematics) i com les diferents institucions i polítiques educatives comencen en el desenvolupament de noves eines i mètodes basats en estratègies de disseny per oferir i generar models i tàctiques curriculars.

Com a conseqüència, s'analitza l'evolució del concepte STEM to STEAM i com la integració del terme Art (A) afavoreix el nexa creatiu entre disciplines de ciència i tecnologia. A manera significativa, destaca la importància d'utilitzar estratègies basades en el disseny i la creativitat com una prioritat en la recerca de solucions.

Per dur a terme aquesta gestió multidisciplinària, es desenvolupa la metodologia Di-Tec, implicant estratègies basades en el design thinking com una guia creativa cap a la recerca de solucions i l'ús de les noves tecnologies com el mitjà curricular per experimentar idees i generar coneixement.

Per tal de validar la investigació, es realitza tres casos pràctics on la metodologia Ditec ha possibilitat estandarditzar i donar viabilitat al concepte STEAM i com el disseny s'estableix com una futura disciplina projectual.





# Índice

<b>Introducción general .....</b>	<b>23</b>
<b>General introduction .....</b>	<b>35</b>
<b>1. Metodologías y tendencias educativas vinculadas con el diseño .....</b>	<b>45</b>
1.1.    Hacia un nuevo paradigma educativo.....	45
1.1.1.    Diseño de nuevas tecnologías. ....	46
1.2.    Tendencia educativa: STEM to STEAM.....	50
1.3.    Tendencia educativa vinculada con el entorno Fab Lab y Maker. ....	54
1.3.1.    Aproximación al entorno Fab Lab y Maker. ....	54
1.3.2.    Experiencias educativas basadas en Fab Lab y movimiento maker.....	56
1.4.    Constructivismo: metodología proyectual educativa. ....	57
1.5.    Aprendizaje basado en proyectos. ....	62
1.5.1.    ABP: marco teórico. ....	62
1.5.2.    Beneficios e inconvenientes en un proceso de ABP. ....	64
1.5.3.    Agentes que intervienen en un proceso de ABP. ....	66
1.5.4.    Las nuevas tecnologías en un ABP. ....	68

1.6.	Caso Experimental.....	76
<b>2.</b>	<b>Design thinking como metodología creativa y curricular .....</b>	<b>77</b>
2.1.	La creatividad a partir del diseño.....	77
2.2.	Aproximación a <i>Design thinking</i> .....	79
2.3.	Introducción. Aproximación del <i>design thinking</i> en el entorno educativo y tecnológico.....	85
2.4.	Design Council: Doble diamante.....	88
2.5.	Inicios del <i>design thinking</i> . IDEO.....	90
2.6.	d.school: Universidad de Standford.....	96
2.6.1.	Orígenes d.school.....	96
2.6.2.	Actualidad d.school: Camino a la innovación creativa.....	97
2.6.3.	Fases design thinking según d.school.....	102
2.7.	Modelo de diseño de Roberta Tassi: Service Design Tools.....	103
<b>3.</b>	<b>Nuevas tecnologías como herramientas creativas y de diseño.....</b>	<b>107</b>
3.1.	Aproximación de las nuevas tecnologías en la educación.....	107
3.2.	Definición impresión 3D.....	108
3.3.	Historia fabricación digital e impresión 3D.....	108
3.4.	Impresión 3D en la educación.....	113
3.5.	Fabricando lo digital.....	115
3.6.	Beneficios de la impresión 3D en la educación.....	116
3.7.	Paradigma de la robótica en la educación.....	118
3.8.	Historia y evolución.....	121
3.8.1.	Historia de la robótica: Evolución tecnológica.....	121
3.8.2.	Robótica en la actualidad: Una tendencia a corto plazo.....	125
3.9.	Robótica en la educación.....	129
3.9.1.	Marco conceptual.....	129
3.9.2.	Aproximación nacional.....	132
3.10.	Paradigma de aprendizaje “de” la robótica o “con” robótica.....	154
3.10.1.	Aprendizaje de la robótica.....	155
3.11.	Caso Experimental.....	156

<b>4. Área de oportunidad metodológica.....</b>	<b>157</b>
4.1. Aproximación área de oportunidad. ....	157
4.1.1. Plan Heziberri 2020.....	158
4.1.2. Evolución de las TICs en un escenario educativo tecnológico. ....	163
4.2. Competencia Tecnológica. ....	168
4.2.1. Enfoque y definición. ....	168
4.2.2. Objetivos. ....	169
4.2.3. Situaciones de integración competencia tecnológica ....	172
4.2.4. Contribución a las competencias transversales ....	174
<b>5. Desarrollo de un proceso creativo y tecnológico.....</b>	<b>183</b>
5.1. <i>Design thinking</i> como estrategia curricular. ....	183
5.1.1. Aproximación del design thinking como estrategia curricular. ....	184
5.1.2. Objetivos de investigación y planteamiento.....	187
5.2. Metodología para un proceso tecnológico basado en <i>design thinking</i> . ..	188
5.2.1. Integración fases design thinking.....	189
5.2.2. Relación metodología ABP.....	193
5.2.3. Relación objetivos curriculares de competencia tecnológica.....	196
5.2.4. Relación proceso tecnológico basado en design thinking .....	198
5.2.5. Relación uso de herramientas tecnológicas creativas .....	203
5.3. Resumen – esquema metodología para la integración de un proceso tecnológico basado en <i>design thinking</i> .....	205
<b>6. Integración de una metodología de diseño centrada en el alumno .....</b>	<b>209</b>
6.1. Aproximación a un escenario educativo.....	209
6.2. Propuesta didáctica por competencias Heziberri 2020.....	210
6.3. Aplicación metodológica.....	213
6.3.1. Primera Fase:.....	213
6.3.2. Segunda Fase: proceso tecnológico basado en design thinking .....	218
6.4. Plantilla metodología.....	231
<b>7. Prototipado de una herramienta de evaluación basada en el diseño.....</b>	<b>233</b>
7.1. Evaluación y validación de la metodología.....	233
7.1.1. Acercamiento de evaluación de metodología Heziberri 2020. ....	234

7.2.	Evaluación y validación.....	235
7.2.1.	Variables relacionadas con la evaluación de la metodología. ....	236
7.2.2.	Diseño de herramienta para evaluación.....	237
7.2.3.	Indicadores de logro. ....	238
7.3.	Evaluación proceso tecnológico basado en <i>design thinking</i> . ....	240
7.3.1.	Descripción. ....	240
7.3.2.	Tipo de evaluación y asignación de pesos.....	241
7.3.3.	Ejemplo completo de evaluación y asignación de pesos. ....	242
7.3.4.	Otras evaluaciones.....	245
7.3.5.	Descripción y denominación indicadores proceso tecnológico.....	248
7.4.	Validación competencias básicas (transversales y disciplinares). ....	249
7.4.1.	Descripción.....	249
7.4.2.	Tipo de evaluación y asignación de pesos.....	251
7.4.3.	Ejemplo completo de evaluación competencias básicas ....	254
7.4.4.	Otras evaluaciones.....	259
7.4.5.	Descripción y denominación indicadores de competencias ....	264
7.5.	Tablas evaluación plantilla ....	265
7.6.	Diseño herramienta de evaluación y validación. ....	266
7.6.1.	Prototipo de evaluación y generación de datos. ....	266
7.6.2.	Prototipo de visualización y almacenamiento de datos. ....	271
7.6.3.	Pruebas y consideraciones.....	274
<b>8.</b>	<b>Casos prácticos .....</b>	<b>275</b>
<b>CP.1.1.</b>	<b>Diseño y puesta a punto de herramienta de evaluación. ....</b>	<b>275</b>
CP.1.1.1.	Introducción.....	275
CP.1.1.2.	Muestra. ....	276
CP.1.1.3.	Procedimiento.....	276
CP.1.1.4.	Evaluación. ....	279
CP.1.2.	Resumen caso práctico.....	283
CP.1.2.1.	Pensar. ....	283
CP.1.2.2.	Presentar. ....	284

CP.1.2.3.	Crear.....	285
CP.1.2.4.	Experimentar.....	286
CP.1.2.5.	Validar.....	287
CP.1.3.	Resultado proceso tecnológico basado en <i>design thinking</i> .....	289
CP.1.3.1.	Evaluación etapas del proceso tecnológico.....	289
CP.1.4.	Resultado competencias transversales y disciplinares.....	291
CP.1.4.1.	Validación competencias transversales.....	291
CP.1.4.2.	Validación competencias disciplinares.....	295
<b>CP.2.1.</b>	<b>Diseño como metodología multidisciplinar..</b> .....	<b>301</b>
CP.2.1.1.	Objetivos generales.....	301
CP.2.1.2.	Muestra.....	302
CP.2.1.3.	Caso de estudio: Procedimiento.....	302
CP.2.1.4.	Evaluación.....	306
CP.2.2.	Resumen caso práctico II.....	311
CP.2.2.1.	Comprender.....	312
CP.2.2.2.	Presentar.....	312
CP.2.2.3.	Crear.....	314
CP.2.2.4.	Experimentar.....	315
CP.2.2.5.	Validar.....	317
CP.2.3.	Resultado proceso tecnológico basado en <i>design thinking</i> .....	318
CP.2.3.1.	Introducción.....	318
CP.2.3.2.	Resultados indicadores de creatividad.....	318
CP.2.3.3.	Evaluación proceso tecnológico.....	322
CP.2.4.	Resultado competencias transversales y disciplinares.....	326
CP.2.4.1.	Validación competencias transversales.....	326
CP.2.4.2.	Validación competencias disciplinares.....	332
<b>CP.3.1.</b>	<b>Nuevas tecnologías en el proceso de diseño.....</b>	<b>339</b>
CP.3.1.1.	Objetivos generales.....	339
CP.3.1.2.	Muestra.....	340
CP.3.1.3.	Caso de estudio: Procedimiento.....	340

CP.3.1.4.	Evaluación. ....	345
CP.3.2.	Resumen caso práctico III.....	350
CP.3.2.1.	Pensar. ....	351
CP.3.2.2.	Presentar. ....	351
CP.3.2.3.	Crear. ....	353
CP.3.2.4.	Experimentar. ....	355
CP.3.2.5.	Validar. ....	357
CP.3.3.	Resultado proceso tecnológico basado en <i>design thinking</i> . ....	359
CP.3.3.1.	Introducción.....	359
CP.3.3.2.	Resultados indicadores de herramientas tecnológicas.....	360
CP.3.3.3.	Evaluación proceso tecnológico basado en <i>design thinking</i> . ....	364
CP.3.4.	Resultado competencias transversales y disciplinares.....	366
CP.3.4.1.	Validación competencias transversales. ....	366
CP.3.4.2.	Validación competencias disciplinares. ....	371
<b>R.1.</b>	<b>Resultado de los casos prácticos. ....</b>	<b>381</b>
R.1.1.	Resultados del caso práctico 1.....	381
R.1.2.	Resultados del caso práctico 2.....	383
R.1.3.	Resultados del caso práctico 3.....	385
<b>R.1.</b>	<b>Result of the case studies. ....</b>	<b>387</b>
R.1.1.	Results of the case study 1.....	387
R.1.2.	Results of the case study 2.....	389
R.1.3.	Results of the case study 3.....	390
<b>9.</b>	<b>Logros y conclusiones. Líneas futuras.. ....</b>	<b>393</b>
<b>9.</b>	<b>Attainments and conclusions. Future line.. ....</b>	<b>405</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>415</b>
	<b>Webgrafía.. ....</b>	<b>433</b>
	<b>Anexos .....</b>	<b>441</b>
	Anexo 1. Product design as a creative methodology among scientific-technological and artistic education. ....	443
	Anexo 2. International Journal of Innovation Trends in Engineering. ....	455



Anexo 3. Product Design & 3D Printing: Integrating New Technologies Into The Curriculum. Case Study.....	461
Anexo 4. Methodology for the integration of new technologies into education through learning based on design projects. Case study. ....	475
Anexo 5. Use of Robotics and a Learning Methodology Based on Engineering Design Projects .....	483
Anexo VI. Ejemplo aplicación unidades didácticas. Heziberri 2020.....	491
Anexo VII. Indicadores de logro proceso tecnológico basado en design thinking. ....	499
Anexo VIII. Indicadores de logro Competencias Transversales. ....	507
Anexo IX. Indicadores de logro Competencias Disciplinarias. ....	513



# Abreviaturas

## Listado de abreviaturas

ABP: Aprendizaje Basado en Proyectos

TIC: Tecnologías de la Información y de la Comunicación

TAC: Tecnologías para el Aprendizaje y Conocimiento

STEAM: Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics

DT: Design Thinking

IT: Indicadores Tecnológicos

CT: Competencias transversales

CD: Competencias Disciplinarias

ED: Evaluación Docente

PBL: Project-Based Learning

ICT: Information and Communication Technologies

LKT: Learning and Knowledge Technologies



**METODOLOGÍA PARA INTEGRAR EL DISEÑO EN UN  
PROCESO CURRICULAR STEAM A TRAVÉS DEL USO  
DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS CREATIVAS**



# INTRODUCCIÓN GENERAL

## Fase de la investigación

### 1. Fase Organizativa

*La primera fase de cinco corresponde a este breve capítulo denominado introducción general para realizar un acercamiento a un trabajo de investigación y desarrollo materializado en una tesis doctoral. Se establece la estructura de desarrollo y los mecanismos que definen cada capítulo.*

#### *Introducción y estructura de la investigación.*

Hablar de diseño en un marco educativo es incidir en la idea de que el estudiante debe pensar y actuar de manera creativa y entender lo que necesita para que las ideas innovadoras puedan llevarse a cabo.

Uno de los retos a los que se enfrenta la educación es que son varias las investigaciones que muestran que el niño es creativo por naturaleza, pero va perdiendo esa capacidad a lo largo del tiempo si no es gestionado correctamente.

Las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) y las tecnologías para el aprendizaje y conocimiento (TAC), han generado un nuevo paradigma educativo donde los profesores y las instituciones educativas deben plantearse nuevos escenarios docentes y por lo tanto nuevos ejercicios y metodologías que guíen a una adecuada formación y generación de conocimiento.

Ante este nuevo escenario se plantea la integración del diseño en el currículo educativo a través de las tecnologías creativas.



Se plantea una estructura del trabajo que queda dividida en cuatro fases correspondientes a la investigación de un estado del arte, el desarrollo metodológico, el planteamiento de un escenario y su aplicación práctica y análisis de resultados. Al final de esta introducción general se puede observar el esquema principal de la estructura de la tesis.

## 2. Fase Investigativa

*Esta segunda fase se divide en tres grandes bloques. El primero corresponde a los tres primeros capítulos donde desarrolla un estado del arte que analiza el sistema educativo desde una perspectiva de la integración del diseño como una estrategia que genera conocimiento. En este contexto, se aborda el uso de las nuevas tecnologías creativas en las aulas y cómo se constituye en las herramientas para la construcción y experimentación del aprendizaje. Para ello, se desarrolla un enfoque que a partir de aprendizajes activos y basados en proyectos (ABP), plantea la integración del concepto diseño como una metodología curricular. Se plantean dos escenarios que aparentemente son distintos entre sí, pero a la vez forman un engranaje común para su desarrollo y viabilidad. Por un lado, la generación de nuevas ideas para el desarrollo creativo e innovador a través del diseño y por otro lado la integración de las nuevas tecnologías como herramientas para generar conocimiento.*

### *Capítulo 1. Metodologías y nuevas tendencias educativas aplicadas al diseño.*

La entrada al s. XXI ha supuesto la irrupción de nuevas tecnologías en todos los ámbitos de la sociedad modificando los estilos de vida y abriendo nuevas perspectivas en la investigación e innovación del panorama educativo.

A lo largo de la historia, se ha demostrado con los niños que desde una edad muy temprana poseen una alta capacidad creativa e innovadora a la hora de resolver determinadas situaciones y problemas. En la actualidad las nuevas tecnologías generan las herramientas necesarias para que las personas puedan acceder a ellas y compartir así el aprendizaje, crear ideas nuevas, aportar soluciones a los problemas planteados, desarrollarlos y experimentarlos con el fin de construir el conocimiento.

De esta manera, la resolución de problemas sugiere una cercana colaboración entre el uso de las nuevas tecnologías y el proceso para llevar a cabo las ideas creativas con el fin de alcanzar los objetivos. Para ello, uno de los factores esenciales de la educación es ayudar a los alumnos a potenciar la faceta creativa para lograr soluciones.

La incorporación de técnicas provenientes del área de la creatividad educativa y del *design thinking* crean un escenario donde los estudiantes están capacitados para el desarrollo de nuevos conceptos, construirlos y experimentarlos junto con otras competencias educativas adquiridas en el aula. En este capítulo, se realiza una revisión de las principales metodologías y estrategias que han influido en la construcción del conocimiento a través de estrategias basadas en la resolución de problemas y cómo influyen las nuevas tecnologías creativas para llevar un cambio en el marco educativo actual.

Se establece un escenario que, apoyado desde diversos informes internacionales, se analiza la innovación de la educación desde la nueva tendencia educativa STEAM (acrónimo del inglés Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics) y cómo la integración del término “A” favorece el nexo creativo entre disciplinas de ciencia y tecnología.

Como consecuencia de ello, se aporta una investigación y un caso experimental que se publica en la revista *International Journal of Education* (Anexo I), donde se establece una estrategia de aprendizaje basado en las fases del diseño bajo un enfoque multidisciplinar STEAM en un proyecto educativo.

### **Capítulo 2. Design thinking como metodología curricular.**

Con el fin de entender la introducción del *design thinking* como una metodología curricular, se realiza un estudio histórico desde sus inicios a mediados del s. XX hasta la actualidad.

El concepto adquiere una evolución a lo largo del tiempo, pero mantiene una misma definición que en líneas generales se puede resumir en una estrategia o metodología enfocada a la resolución de problemas, priorizando en aquellos que aún están poco o nada definido centrado en el usuario y en multitudes de posibilidades para su resolución.

Genera una empatía por entender el comportamiento de las personas, integrándose en el problema y potenciando la creatividad para la generación de ideas y la búsqueda de soluciones.

Para realizar un acercamiento al *design thinking* se genera una interpretación lineal en el tiempo basada en los principales autores y teóricos, adquiriendo así, una evolución desde tres perspectivas y ámbitos diferentes: desde la perspectiva del diseño de producto e industrial, desde una estrategia comercial y de servicios y finalmente desde una perspectiva educativa.

El concepto adquiere un enfoque basado en la forma de pensar para lograr soluciones. Para ello, se exponen los principios básicos fundamentado en las acciones de pensar, observar, experimentar y prototipar para obtener varios resultados a un mismo problema.

La entrada al s. XXI coincide con una revolución digital en la comunicación y la transmisión de la información en la sociedad. La incursión de las TIC en la educación ha supuesto la implementación de nuevas herramientas que dan soporte a nuevas actividades y modelos de aprendizaje. Estas nuevas tecnologías marcan el ritmo de una nueva educación digital que sugieren nuevos escenarios y métodos de aprendizaje.

Para ello, se plantea una investigación para abordar el concepto del diseño desde una perspectiva más amplia en el entorno educativo y cómo puede integrarse y complementarse con otros métodos de aprendizaje y a través del uso de las nuevas herramientas tecnológicas. Se realiza una descripción de los principales organismos y escuelas donde

ha evolucionado el proceso y cuáles han sido las fases para llevar a cabo una estrategia creativa y de innovación para la búsqueda de soluciones.

### ***Capítulo 3. Nuevas tecnologías como herramientas creativas y de diseño.***

Las nuevas tecnologías están cada vez más presentes en el día a día de nuestra sociedad con continuos cambios que nos llevan a actualizarnos de forma constante. Su introducción en el marco educativo ha supuesto la implementación de nuevas herramientas y métodos que generan nuevos escenarios de aprendizaje y adquisición de conocimiento.

Para ello, en este capítulo se analizan informes de organismos internacionales sobre el uso de la tecnología, en el que se identifican cuales pueden y podrán ser utilizadas para la educación y a la vez observar el impacto que supone para el desarrollo del aprendizaje.

Entre las propuestas más significativas a medio plazo destaca el uso de la fabricación digital y la robótica educativa como las tecnologías emergentes más prometedoras, con el fin de potenciar a los más jóvenes su faceta creativa e innovadora dentro de las aulas y de las propias asignaturas curriculares.

Esto no solo significa la incorporación de nuevas herramientas de experimentación en las aulas, sino que se configura cómo una nueva tendencia de aprendizaje de las unidades didácticas. De esta manera se constituyen nuevas oportunidades donde el alumno podrá idear, crear, construir y experimentar su propio conocimiento.

En el capítulo se realiza una aproximación nacional e internacional de cómo han evolucionado hasta convertirse en prácticas curriculares y cómo ha logrado la creación de nuevos escenarios de aprendizaje que permita a los alumnos fabricar y desarrollar sus propias ideas combinando las distintas asignaturas bajo un enfoque multidisciplinar STEAM.

Sobre esta base y de forma paralela se plantea un paradigma de como llevar a cabo este proceso de integración en las aulas. Las fases del diseño se constituyen como una estrategia metodológica que permita el desarrollo creativo y de innovación tanto de los alumnos como de los profesores y establecer el nexo de unión entre el uso de las nuevas tecnologías y la adquisición del conocimiento.

Se analiza desde una perspectiva multidisciplinar STEAM y que, siguiendo una metodología propia de diseño, provoca la integración de otras competencias educativas.

Como resultado y conclusiones, cabe destacar un planteamiento inicial para la incorporación de un proceso creativo basado en las etapas del *design thinking* dentro de las competencias educativas básicas y cómo las nuevas herramientas tecnológicas favorecen el pensamiento creativo e innovador del alumno.

Sobre esta base se desarrolla un estudio de investigación y se lleva a cabo un caso experimental publicado en la revista *International Journal of Innovative Trends in Engineering* (Anexo II). Se realiza una investigación del uso de la fabricación digital y el uso

de las impresoras 3D como una herramienta creativa y su implicación en la educación reglada.

***El segundo bloque de la fase investigadora corresponde al desarrollo de una metodología basado en las etapas del design thinking y a un aprendizaje basado en proyectos para su integración en el currículo educativo. Se establece un escenario de actuación y se analizan las políticas que favorecen nuevas áreas de oportunidad dentro del marco educativo. De acuerdo a esta base de investigación se desarrolla una metodología integrada en la competencia tecnológica que permita por un lado proporcionar las bases y guías de desarrollo para la creatividad e innovación educativa y por otro lado analizar las competencias disciplinares STEAM y cómo evolucionan mediante el uso de la fabricación digital y la robótica como herramienta creativa.***

#### ***Capítulo 4. Área de oportunidad metodológica.***

La presente investigación, así como los casos experimentales en centros e instituciones educativas, se realiza en la Comunidad Autónoma del País Vasco durante el periodo académico iniciado en septiembre de 2015 hasta la actualidad. Con el fin de optimizar los recursos y oportunidades, se centra el área de actuación en el nuevo planteamiento general del currículo para la educación básica que propone el Gobierno Vasco denominado Heziberri 2020 y válido para otros planteamientos educativos basados en competencias.

Este planteamiento se caracteriza por la introducción de nuevas competencias que ofrecen unos criterios y contenidos mínimos en cada una de ellas que posteriormente deben ser complementados por el propio centro y elaborar un perfil de aprendizaje para cada tipo de alumno.

Ante este panorama surge un marco de investigación en la competencia de tecnología en la que se investiga el desarrollo de una metodología fundamentada en las etapas del *design thinking* y que implique las buenas prácticas del uso de las nuevas herramientas tecnológicas a través de un aprendizaje basado en proyectos.

En este capítulo se realiza una investigación de la evolución hacia un aprendizaje por competencias donde se considera que la tecnológica consigue involucrar a cada alumno en distintos estilos de aprendizaje y donde se establece el uso de las nuevas herramientas tecnológicas fomentado el “aprender haciendo” y la experimentación.

Se constituye la competencia tecnológica y el uso de las nuevas herramientas como el nexo de unión entre todas las competencias educativas. Para ello se realiza un análisis para validar dicha unión y poder establecer posteriormente las pautas para un desarrollo metodológico basado en el diseño e integrarlo en el currículo.

#### ***Capítulo 5. Desarrollo de un proceso creativo y tecnológico.***

En este capítulo se describen las etapas que forman el proceso metodológico y la relación existente entre ellas con el fin de deducir las variables que den forma a una estrategia

que se integrará en el currículo educativo y que posteriormente, será validada y desarrollada experimentalmente.

Paralelamente se realiza una investigación de cómo los objetivos curriculares pertenecientes a la competencia tecnológica indican la posibilidad de establecer nexos de unión a partir de las directrices que forman las distintas etapas del diseño bajo una estrategia de integración del design thinking.

Estos nexos de unión vienen amparados por el propio plan Heziberri 2020, donde muestra el *design thinking* y el ABP entre otros, como un recurso para la generación de nuevas propuestas didácticas y de esta manera conseguir potenciar la autonomía de los estudiantes, la motivación, la interacción y la creatividad.

Ante esta base, se considera no solo entender el concepto *design thinking* como recurso de generación de propuestas didácticas, sino plantear una metodología basadas en sus etapas que siguiendo los principios que establece el planteamiento curricular, se pueda evaluar y validar las distintas competencias educativas con sus correspondientes indicadores.

Ante estos motivos, se aporta el desarrollo de la denominada *metodología diseño y tecnología (DiTec)* para la generación de procesos creativos y tecnológicos siguiendo los principios de las etapas para su inclusión en la competencia tecnológica y el uso de nuevas herramientas.

### ***Capítulo 6. Integración de una metodología de diseño centrada en el alumno.***

El nuevo escenario de una educación basada en competencias propone diferentes teorías para la investigación de una aplicación metodológica. El plan hace referencia en la competencia tecnológica que para aplicarla hay que hacerlo desde un sentido basado en la resolución de problemas.

Ante esto, el planteamiento Heziberri 2020 propone un modelo abierto para el desarrollo de las competencias marcando unos principios metodológicos generales con el fin de que el docente enriquezca la asignatura con planteamientos nuevos y con un sentido más práctico y experimental.

Este capítulo se divide en dos fases. En el primero se realiza una investigación y posterior desarrollo de las propuestas tanto metodológicas y didácticas que ofrece el nuevo escenario educativo y se establecen las bases para la inclusión de la metodología desarrollada en el capítulo anterior desde una perspectiva curricular.

Esta integración genera los primeros ensayos que se realizaron en base al currículo educativo actual, donde se realiza una experimentación con la participación de 100 niños con el objetivo principal de realizar una evaluación cualitativa del proceso de diseño y el uso de las nuevas tecnologías creativas.

La segunda fase corresponde a la integración en el currículo educativo. Se plantea una estructura fundamentada desde tres enfoques: Metodología curricular, integración mediante proceso de *design thinking* y el uso de herramientas tecnológicas y evaluación.

Se diseña el medio curricular mediante una plantilla, para que el docente pueda desarrollar e integrar nuevas formas y planteamientos educativos a partir de la resolución de problemas creativos mediante el uso del *design thinking* y nuevas herramientas tecnológicas.

Paralelamente se investiga y desarrolla un sistema de evaluación que permita evaluar tanto los indicadores de las distintas competencias que actúan en cada ejercicio y los propios indicadores que forman el proceso de diseño.

***El tercer bloque de la fase investigadora corresponde al diseño de una herramienta de evaluación y validación de la metodología desarrollada. Son muchos los datos que se trabajan obtenidos por los indicadores de evaluación de las competencias que dan forma al currículo educativo. Se diseña una herramienta con el objetivo de generar datos cuantitativos y cualitativos y permita obtener resultados para un análisis multidisciplinar STEAM.***

***Capítulo 7. Diseño y prototipado de una herramienta de evaluación basada en el diseño.***

El nuevo planteamiento establece un modelo de guía de una plantilla para integrar de una manera didáctica los ejercicios propuestos por el docente. A su vez, contiene los requisitos y objetivos para poder ser evaluable y alcanzar las competencias básicas preestablecidas para cada caso de estudio.

La nueva plantilla que se complementa a la anterior para introducir una metodología DiTec, exige a su vez nuevos métodos de evaluación. Esto no solo significa una evaluación del proyecto, unidad didáctica o ejercicio propuesto por el profesor, sino que adquiere un significado más amplio. Se desarrolla un método de validación del proceso de diseño llevado a cabo para poder analizar y evaluar las distintas etapas que lo forman.

En el capítulo se describen los indicadores y las variables que son utilizadas en cada caso para realizar una evaluación y validación del proceso de diseño y los pasos de cómo debe ser utilizada esta herramienta.

Como aportación en el capítulo, se desarrolla un prototipo de aplicación informática en que el docente pueda seleccionar y evaluar cada uno de los indicadores que componen las etapas de diseño y conseguir los datos necesarios que requieran. Esta herramienta ha sido diseñada mediante el sistema de programación Python versión 3 y Dockers basada en la estructura metodológica presentada en el capítulo anterior.

### 3. Fase Aplicada

*La tercera fase corresponde a la fase aplicada. En este capítulo se lleva a cabo se lleva a cabo tres casos prácticos reales donde se aplica la metodología DiTec y posteriormente la herramienta de evaluación y validación. El objetivo, más allá de convertirse en un experimento para la integración de procesos basados en diseño dentro del panorama curricular, es la obtención de otros resultados que nos permite estudiar la tendencia STEAM y analizar el impacto que ofrece la creatividad en cada una de las etapas del diseño, en las competencias curriculares y en el uso de las nuevas herramientas creativas.*

#### ***Caso práctico 1: Prototipado y puesta a punto.***

Se considera el primer caso práctico donde se plantea un proyecto para estudiar y comprobar la fiabilidad de la herramienta diseñada anteriormente, detectar fallos en el desarrollo de la unidad didáctica, la elección de indicadores de evaluación y validación en el proceso de diseño, la duración del caso y la adaptación curricular.

El objetivo principal de este caso de estudio es la integración y el buen uso de las nuevas herramientas tecnológicas para el desarrollo de un proyecto basado en la metodología DiTec y como pueden ser evaluadas y validadas en cada etapa de diseño.

Además, se analiza cómo influyen el resto de competencias sobre la tecnológica, y se realiza una aproximación a la tendencia educativa STEAM donde las competencias que la forman han sido trabajadas conjuntamente en cada una de las etapas confirmando así una perspectiva multidisciplinar dentro del proceso de diseño.

#### ***Caso práctico 2: Creatividad en el proceso de diseño.***

Se desarrolla el segundo caso de experimentación para estudiar y comprobar la fiabilidad de la herramienta de evaluación y validación de la metodología DiTec y el uso de las nuevas tecnologías.

Para ello se plantea un ejercicio donde se pueda evaluar y validar las etapas que forman el proceso de diseño a partir de la aplicación de distintas disciplinas siguiendo la tendencia educativa STEAM desde una perspectiva multidisciplinar y en un área de actuación tecnológica.

Se realiza una aproximación curricular del término “A” de STEAM, en el que se entiende desde la perspectiva del concepto creativo dentro de un proceso de diseño con un alto porcentaje de indicadores de carácter científico y tecnológico.

Desde una obtención de datos cuantitativos generados con la metodología y la herramienta de evaluación y validación se obtienen resultados en el que se observa que el desarrollo de proyectos con metodologías basadas en diseño permite una aceptación de indicadores creativos en un proceso altamente tecnológico y científico. La tecnología proporciona las herramientas necesarias para impulsar la creatividad.



### ***Caso práctico 3: Nuevas tecnologías creativas en el proceso de diseño***

Se desarrolla el tercer caso de experimentación. Como se ha visto en los casos anteriores, la creatividad en un proceso de diseño dota al alumno a alcanzar diversas soluciones a un mismo problema.

Las nuevas tecnologías se convierten en la herramienta creativa que permite la experimentación para transformar las ideas en soluciones, lo que supone un avance didáctico dentro del currículo educativo y un vínculo con las distintas materias disciplinares. Para ello, es necesario el diseño de nuevas actividades en torno a estas tecnologías que genere aprendizaje y conocimiento y evolucionar e innovar así en el programa docente.

En este caso práctico se evaluarán y validarán todas las etapas que componen la metodología DiTec a través del uso la fabricación digital y la impresora 3D con el fin de obtener resultados y analizar cuantitativamente cómo influye el uso de estas tecnologías en la creatividad en cada una de las etapas del proceso de diseño.

Desde una perspectiva STEAM, la fabricación digital guiado bajo un proceso de diseño, genera nuevas oportunidades de aprendizaje y conocimiento multidisciplinar.

### ***Resultados de los casos prácticos***

En base a los casos de estudio, se realiza un análisis de los resultados obtenidos a partir de las distintas perspectivas que se han trabajado sobre el concepto STEAM y la creatividad bajo un proceso tecnológico basado en *design thinking*.

## **4. Fase de integración**

***La última fase corresponde al capítulo 9 donde se describen las conclusiones de los objetivos alcanzados durante la investigación y las aportaciones que genera el diseño como proceso metodológico y el uso de las nuevas tecnologías como herramientas creativas.***

### ***Capítulo 9. Logros y resultados. Líneas futuras.***

En este capítulo se presentan los logros y las conclusiones del trabajo desarrollado a lo largo de la investigación. Se parte de un análisis en diez puntos de los logros alcanzados. Para finalizar, se plantean una serie de cuestiones que bien sirven como posibles futuras líneas de investigación.

		ESTRUCTURA METODOLÓGICA	
FASE	CAPÍTULO	OBJETIVO	RESULTADO
<b>ORGANIZATIVA</b>	<b>ESTRUCTURA</b> <i>Introducción</i>	· Aproximación tema de investigación a tratar.	· Descripción estructura de investigación y desarrollo.
<b>INVESTIGATIVA</b>	<b>CAPÍTULO 1</b> <i>Metodologías: Nuevas tecnologías aplicadas al diseño y a la creatividad</i>	· Integrar la creatividad como enfoque multidisciplinar · Análisis de metodologías educativas basadas en la construcción y desarrollo del conocimiento. · Enfoques de integración multidisciplinar a través del proyecto.	· Escenario STEM to STEAM. · Planteamientos metodológicos para la inclusión del diseño en el sistema educativo. · Posibles escenarios para el desarrollo de un proyecto en el ámbito educativo.
	<b>CAPÍTULO 2</b> <i>Design thinking como metodología creativa y curricular</i>	· Evolución histórica del diseño. Perspectiva metodológica design thinking. · Cronología y autores. · Análisis principales escuelas e instituciones.	· Propuesta metodológica como estrategia de integración currículo educativo. · Se establecen las bases y etapas del proceso de diseño.
	<b>CAPÍTULO 3</b> <i>Nuevas tecnologías como herramienta creativa, de diseño y educativa</i>	· Evolución de la fabricación digital y de las impresoras 3D como herramienta creativa. · Aplicación en el sistema educativo. · Documentación histórica del uso de la robótica. · Situación robótica en el panorama educativo. · Diseño y evolución a partir de movimiento open source.	· Perspectivas de la fabricación digital como herramienta creativa y tecnológica curricular. · Diseño de nuevos productos basados en robótica. · Aplicación robótica como herramienta tecnológica. · Incorporación en el currículo educativo. · Publicación en revista internacional.
	<b>CAPÍTULO 4</b> <i>Área de oportunidad metodológica</i>	· Estudio sistema educativo. · Situaciones de integración del diseño y las nuevas tecnologías creativas. · Análisis para el desarrollo de un escenario educativo basado en diseño.	· Establecimiento de área de actuación. Nuevo plan educativo Gobierno Vasco, Heziberri 2020. · Propuesta de área de actuación competencia tecnológica.
	<b>CAPÍTULO 5</b> <i>Desarrollo de un proceso creativo y tecnológico</i>	· Análisis objetivos curriculares. · Inclusión de procesos de diseño en competencias educativas. · Inclusión de nuevas herramientas tecnológicas como medio para generar aprendizaje.	· Diseño de metodología DiTec. · Proceso de diseño como desarrollo de proyectos. · Herramientas tecnológicas como proceso educativo. · Procedimiento desarrollo de proyecto.

		ESTRUCTURA METODOLÓGICA	
FASE	CAPÍTULO	OBJETIVO	RESULTADO
INVESTIGATIVA	<b>CAPÍTULO 6</b> <i>Integración de una metodología de diseño centrada en el alumno</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Perspectivas metodológicas.</li> <li>· Propuesta metodológica por competencias.</li> <li>· Análisis planteamiento desarrollo proyectos sistema educativo.</li> <li>· Procesos de evaluación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Aplicación metodología sistema educativo Heziberri 2020.</li> <li>· Enfoques y estructura metodológica para la aplicación.</li> <li>· Diseño de plantilla para planteamiento de metodología.</li> <li>· Base para generar criterios de evaluación metodológica.</li> </ul>
	<b>CAPÍTULO 7</b> <i>Diseño y prototipado de una herramienta de evaluación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Propuesta digital para evaluar y validar indicadores de competencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Diseño de herramienta tecnológica para evaluar y validar la metodología DiTec.</li> <li>· Ejemplo de aplicación.</li> </ul>
APLICADA	<b>CAPÍTULO 8</b> <i>Caso Práctico 1: Diseño y puesta a punto de herramienta de evaluación.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Establecer el primer caso práctico para puesta a punto de plantilla metodológica y herramienta como recurso de evaluación y validación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis y resultados de plantilla metodológica y uso de herramienta.</li> </ul>
	<i>Caso Práctico 2: Diseño como metodología multidisciplinar. Creatividad en el proceso STEAM.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Inclusión de indicadores creativos en el proceso de diseño.</li> <li>· Estrategias de gamificación como nuevas tecnologías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Incorporación de indicadores basados en design thinking para estudio creatividad en metodología DiTec.</li> <li>· Evaluación enfoque STEAM.</li> <li>· Aproximación de ART (A) como proceso creativo.</li> </ul>
	<i>Caso Práctico 3: Nuevas tecnologías en el proceso de diseño.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Inclusión de indicadores tecnológicos en el proceso de diseño.</li> <li>· Estrategias de diseño de producto para el desarrollo.</li> <li>· Fabricación digital y aditiva y uso de robótica como herramientas tecnológicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Estudio de la inclusión de indicadores tecnológicos y creativos. Evaluación del proceso de diseño.</li> <li>· Diseño de robot a partir de fabricación digital y aditiva.</li> <li>· Enfoque STEAM multidisciplinar.</li> </ul>
	<i>Resultados</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Se describen los resultados obtenidos de los tres casos práctico anteriores.</li> <li>· Uso de la metodología DiTec en un proceso STEAM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Se analiza las diferentes perspectivas que adquiere el concepto STEAM bajo la metodología DiTec.</li> </ul>
INTEGRACIÓN	<b>CAPÍTULO 9</b> <i>Logros y conclusiones. Futuras líneas de investigación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Se establece un decálogo de los logros conseguidos a lo largo de la investigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Descripción de logros y objetivos alcanzados.</li> <li>· Establecer líneas futuras de investigación.</li> </ul>



# GENERAL INTRODUCTION

## Research stage

### 1. Organizational Stage

*The first of four stages corresponds to this brief chapter entitled general introduction that is used as an approach to a research and development work materialised into a doctoral thesis. It establishes the development structure and the procedures that define each chapter.*

#### *Introduction and research structure.*

To talk about design within an educational framework means to stress the idea that the student must think and act in a creative way and therefore understand what these individual needs for the innovative ideas be carried out.

One of the challenges educations faces with relies on researches that show kids being creative by nature, but losing this ability over time if it is not managed correctly.

New Information and Communication Technologies (ICT) and Learning a Knowledge Technologies (LKT), have generated a new educational paradigm where teachers and academic institutions have to set out new teaching scenarios and hence new tasks and methodologies which will guide to an accurate training and generation of knowledge.

This new situation suggests the integration of designing into the education curricula through creative technologies.

The proposed working structure is divided into four stages pertaining to the research of a state of art, the methodological development, the proposition of a scenario and its

practical application and finally, the analysis of results. At the end of this general introduction the main scheme of the thesis' structure is shown.

## 2. Investigation Stage

*This second phase is divided into three large blocks. The first block corresponds to the first three chapters in which a state of art is developed; this analyses the education system from an approach based on the integration of design as a knowledge builder strategy. In this context the use of new creative technologies in the classroom is addressed and how it is constituted into the tools for the construction and experimenting of knowledge. This develops an approach that will state de integration of designing concept as a curricular methodology through the use of active learning and Project Based Learning (PBL). Two apparently different scenarios are suggested but at the same time the together form a common mechanism for their development and feasibility. On the one hand, the generation of new ideas for the creative and innovative development through design; On the other hand, the integration of new technologies as tools for knowledge building.*

### *Chapter 1. Methodologies and design applied new educational tendencies.*

The entry into the 21st century has provided the disruption of new technologies in every field of the current society, modifying this way lifestyle and opening new outlooks for research and innovation within the education context.

Throughout history it has been illustrated that children from a very young age possess a high creative and innovative ability while solving certain situations and problems. Nowadays, new technologies generate those necessary tools in order for people to access them and therefore to share learning, create new ideas, give solutions to stated problems, develop and experiment them in order to build knowledge.

This way, problem solving suggests a close collaboration between the use of new technologies and the process ongoing to work out the creative ideas, in order to achieve the objectives. For that, one of the essential factors of education is to help students to enhance the creative side to achieve solutions.

The incorporation of techniques coming out of the educational creativity and from the design thinking create a scenario where students are capable of developing new concepts, building them and after this to experiment them in association with other education competencies acquired in the classroom. This chapter realises a review of the main methodologies and strategies that have influenced in the construction of knowledge through strategies base don problem solving and how they influence in the same way the creative new technologies to make a change in the current educational framework.

For that, a new approach is elaborated; in this approach teachers and students acquire a new role as designers of knowledge and learning. It establishes a context that, supported

by diverse international reports, analyses the innovation of education from the point of the new STEAM (Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics) educational tendency and how different institutions and education politics start within the development of new tools and methods based on designing strategies to offer and generate curricular models and tactics.

‘STEM to STEAM’ evolution is analysed and how the inclusion of the term ‘A’ favours the creative link among disciplines of science and technology. The importance of using design-based strategies and the creativity as a priority for solution searching is highlighted in a meaningful way

As a consequence, a research and an experimental case are provided, both published in the *International Journal of Education* (Appendix I). This work establishes a learning strategy based on designing stages and worked out under a multidisciplinary STEAM approach, within an educational project.

### ***Chapter 2. Design thinking as a curricular methodology.***

With the aim of understanding the introduction of *design thinking* as a curricular methodology, a historical study is made from its beginnings by mid 20th century to the present day.

The concept evolves throughout the time, but it maintains a same definition that in general terms it can be summed up in a strategy or methodology focused on problem solving. It generates empathy towards people’s behavior understanding, integrating this way into the problem and enhancing the creativity for idea generation and problem solving.

In order to make an approach to the *design thinking* a lineal time interpretation is generated, this based on central authors and theoreticians, acquiring that way an evolution from three different points of view and fields: from the industrial and product designing approach, from a commercial and service-oriented strategy and eventually from an educational approach.

The concept gains thinking for solving problem approach. For this, basic principles based on thinking, observing, experimenting and prototyping are presented in order to obtain some different results to the same problem.

The entry to the 21st century coincides with a digital revolution on communication and the transmission of communication in the current society. The irruption of ICTs in education has supposed the implementation of new tools that give support to new activities and learning models. These new technologies set the pace of a new digital education that suggests new scenarios and new learning methods.

To this effect, a research is raised to address the concept of design from a wider approach within education environment and to know how can it be integrated and complemented with other learning methods, using new technological tools. It makes a description of

the major institutions and schools where the process has evolved and which have been the stages for working out the creative and innovative strategy for the solution searching.

**Chapter 3. New technologies as creative and designing tools.**

New technologies are more and more present in our society's daily life, suffering continuous changes that lead us to update ourselves constantly. Its entry into the educational framework has supposed the implementation of new tools and methods that generate new learning contexts and the acquisition of knowledge.

For that purpose, in this chapter international institutions' reports concerning the use of technology are analysed, is on those reports where it can be identified which of them can and could be used in a future for education and, at the same time, observe the impact that supposes for the development of learning.

Amongst the most significant mid term proposals, it highlights the use of digital fabrication and educational robotics as the most promising emerging technologies, having the aim of encouraging the youngest to use their creative and innovative side inside the classroom and the own curricular subjects as well.

This means not only the incorporation of new tools for testing in the classrooms, but it also is set up as a new tendency of learning didactic units. This way new opportunities where the student will be able to produce ideas, create, build up and experiment its own knowledge are constituted.

The chapter develops a national and international approximation of how new technologies have evolved until becoming into curricular training and how they have achieved the creation of new learning scenarios which allow students to fabricate and develop their own ideas, combining different subjects under a STEAM multidisciplinary approach.

On to this basis and in a parallel way a paradigm is suggested, about how to accomplish this classroom integration process. The stages of designing are constituted like a methodological strategy planned to allow the creative and innovative development for both students and teachers, establishing the connecting link between the use of new technologies and the acquisition of knowledge.

It is analysed from a STEAM multidisciplinary approach that, following a new design's own methodology, provokes the integration of other educational competencies.

As a result, and conclusion, it must be outlined an initial statement for the inclusion of a creative process based on the *design thinking* stages within the basic curricular competencies, and how new technological tools favour the student's creative and innovative thinking.

On to this basis, a research study is developed and an experimental case is worked out; this is published in the journal entitled *International Journal of Innovative Trends in Engineering* (Appendix II). A research about the use of digital fabrication and the



utilization of 3D printers as a creative tool and its involvement in ruled education is carried out.

*The second block of the investigation stage corresponds to the development of a methodology based on the design thinking stages and to a project-based learning for its integration in the educational curricula. It establishes a scope for action and it analyses the politics that favour new fields of opportunity within the educational framework. According to this basis of research, a new methodology is developed, this one integrated into technological competency and focused to allow, on the one hand, to provide the basis and guides of development for the creativity and innovative education and, on the other hand, to analyse the STEAM disciplinary competencies and how they evolve through the use of digital fabrication and robotics as a creative tool.*

#### **Chapter 4. Methodological opportunity area.**

The present investigation, as well as the experimental cases in centers and educational institutions, is carried out in the Autonomous Community of the Basque Country during the academic period started in September 2015 up to the present. In order to optimize resources and opportunities, the area of action focuses on the new general approach of the curriculum for basic education proposed by the Basque Government called Heziberri 2020 and valid for other educational approaches based on competencies.

This approach is characterized by the introduction of new competences that offer minimum criteria and content in each of them, which must subsequently be complemented by the center itself and a learning profile must be developed for each type of student.

Against this background, a research framework emerges in the technology competition in which the development of a methodology based on the stages of *design thinking* and which involve good practices in the use of new technological tools through a project-based learning is investigated.

In this chapter an investigation of the evolution towards a learning by competences is made. In this, it is considered that the technology manages to involve each student in different learning styles and where the use of the new technological tools is established, fomenting the "learning by doing" and the experimentation.

Technological competence and the use of new tools as the link between all educational competences is constituted. To this end, an analysis is carried out to validate this union and subsequently establish guidelines for a methodological development based on the design and integrate it into the curriculum.

#### **Chapter 5. Development of a creative and technological process.**

This chapter describes the stages that form the methodological process and the relation between them in order to deduce the variables that shape a strategy that will be integrated into the educational curriculum and that will subsequently, be validated and developed experimentally.

At the same time, an investigation is made of how the curricular objectives belonging to technological competence indicate the possibility of establishing linkages from the guidelines that form the different stages of design under a strategy of *design thinking* integration.

These union links are covered by the *Heziberri 2020 plan*, in which it shows *design thinking* and the PBL, among others, as a resource for the generation of new didactic proposals and, in this way, to promote the autonomy of the students, their motivation, interaction and creativity.

On this basis, it is considered not only to understand the concept of *design thinking* as a resource for generating didactic proposals, but to pose a methodology based on its stages that, following the principles established by the curricular approach, the different educational competences would be evaluated and validated with their corresponding indicators.

Given these reasons, the development of the so-called *design and technology (DiTec) methodology*, for the generation of creative and technological processes is provided, following the principles of the stages for their inclusion in the technological competence and the use of new tools.

#### ***Chapter 6. Integration of a design methodology focused on the student.***

The new scenario of competency-based education proposes different theories for the investigation of a methodological application. The plan makes reference to the technological competence that must be applied from a sense based on the resolution of problems.

In view of this, the *Heziberri 2020* approach proposes an open model for the development of competences, marking general methodological principles so that the teacher would enrich the subject with new approaches and with more practical and experimental sense.

This chapter is divided in two phases. The first, a research and subsequent development of the methodological and didactic proposals offered by the new educational scenario is carried out and the bases for the inclusion of the methodology developed in the previous chapter from a curricular perspective are established.

This integration generates the first tests that were made based on the current educational curriculum, in which an experimentation is carried out with the participation of 100 children with the main objective of making a qualitative evaluation of the design process and the use of new creative technologies.

The second phase corresponds to the integration into the educational curriculum. A structure based on three approaches is proposed: Curriculum methodology, integration through design thinking process and the use of technological tools and evaluation.

The curricular medium is designed through a template, so that the teacher can develop and integrate new forms and educational approaches from the resolution of creative problems through the use of design thinking and new technological tools.

At the same time, an evaluation system is researched and developed to evaluate both the indicators of the different competences that take part in each exercise and the indicators that form the design process.

***The third block of the research phase corresponds to the design of a tool for evaluation and validation of the methodology developed. There are many data that are worked and are obtained by the evaluation indicators of the competences that shape the educational curriculum. In addition to the indicators that form the design process and the use of new technologies, a tool is designed with the aim of generating quantitative and qualitative data that enable to obtain results for a multidisciplinary STEAM analysis.***

#### ***Chapter 7. Design and prototyping of an evaluation tool based on the design.***

The new approach establishes as a guide model a template to integrate the exercises proposed by the teacher, in a didactic way. At the same time, it contains the requirements and objectives to be able to be evaluated and achieve the pre-established basic competencies for each case of study.

The new template, that complements the previous one to introduce a DiTec methodology, in turn requires new evaluation methods. This not only means an evaluation of the project, didactic unit or exercise proposed by the teacher, but also acquires a broader meaning. A validation method of the design process carried out is developed and the different stages that comprise it can be analyzed and evaluated.

The chapter describes the indicators and the variables that are used in each case to carry out an evaluation and validation of the design process and the steps of how this tool should be used.

As a contribution in the chapter, a prototype of computer application is developed in which the teacher can select and evaluate each of the indicators that make up the design stages and obtain the necessary data that they require. This tool has been designed through the Python programming system version 3 and Dockers and it is based on the methodological structure presented in the previous chapter.

### **3. Applied stage**

***The third stage corresponds to the applied phase. In this chapter we carry out three real practical cases where the DiTec methodology is applied, and subsequently, the evaluation and validation tool. The goal, beyond becoming an experiment for the integration of design-based processes on the curricular scene, is the obtaining of other results that allow us to study the STEAM trend and analyze the impact that creativity***

***offers in each of the stages of design, in curricular competences and in the use of new creative tools.***

***Case study 1: Design and development of evaluation tool.***

It is considered the first practical case where a project is proposed to study and verify the reliability of the tool previously designed, to detect failures in the development of the didactic unit, for the election of evaluation and validation indicators in the design process, for the duration of the case and curricular adaptation.

The main objective of this case is the integration and the good use of the new technological tools for the development of a project based on the DiTec methodology and how they can be evaluated and validated in each stage of the design.

In addition, it is analyzed how the rest of the competences influence on the technological one, and an approximation is made to the STEAM educational trend, in which the competences that form it have been worked together in each stage, confirming a multidisciplinary perspective within of the design process.

***Case study 2: Design as a multidisciplinary methodology. Creativity in the design process.***

The second case of experimentation is developed to study and verify the reliability of the evaluation and validation tool of the DiTec methodology and the use of new technologies.

For this, an exercise is proposed where the stages that form the design process can be evaluated and validated through the application of different disciplines, following the STEAM educational trend from a multidisciplinary perspective and in an area of technological action.

A curricular approach of the term "A" of STEAM is made, in which it is understood from the perspective of the creative concept within a design process with a high percentage of scientific and technological indicators.

From the obtaining of quantitative data generated with the methodology and the evaluation and validation tool, results are obtained in which it is observed that the development of projects with methodologies based on design, allows an acceptance of creative indicators in a highly technological and scientific process. Technology provides the necessary tools to boost creativity.

***Case study 3: New creative technologies in the design process.***

The third case of experimentation is developed. As it has been seen in the previous cases, creativity in a design process allows the student to reach different solutions to the same problem.

New technologies become the creative tool that allows experimentation to transform ideas into solutions, which implies a didactic advance within the educational curriculum and a link with the different disciplinary subjects. For this, it is necessary to design new activities around these technologies that generate learning and knowledge and, thus, to evolve and innovate in the teaching program.

In this practical case, all the stages that make up the DiTec methodology will be evaluated and validated through the use of digital manufacturing and the 3D printer in order to obtain results and quantitatively analyze how the use of these technologies influences creativity in each of the stages of the design process.

From a STEAM perspective, digital manufacturing guided by a design process, generates new learning opportunities and multidisciplinary knowledge.

#### ***Results of the practical cases***

Based on the studied cases, an analysis is made of the results of the different perspectives in which the STEAM concept has been worked on under a technological process based on *design thinking*.

#### **4. Integration stage**

***The last phase corresponds to chapter 9 where the conclusions of the objectives reached during the research and the contributions generated by the design as a methodological process and the use of new technologies as creative tools are described.***

##### ***Chapter 9. Achievements and results. Future lines.***

This chapter presents the achievements and results and the possible discussions and conclusions of the work developed throughout the investigation. It is based on a ten-point analysis of the achievements made and then, the perspectives acquired by three case of studies are analyzed. Finally, a series of questions are posed that serve as possible future lines of research.



# Capítulo 1

## Metodologías y tendencias educativas vinculadas con el diseño y la creatividad

### 1.1. Hacia un nuevo paradigma educativo.

En los últimos años, los cambios tecnológicos y la irrupción de las nuevas tecnologías en todos los ámbitos de la sociedad, han modificado la forma de percibir las distancias entre nosotros mismos, abriendo nuevas perspectivas hacia la investigación y nuevos paradigmas educativos.

La calidad educativa queda definida por la capacidad que tienen las instituciones y los docentes para preparar a los alumnos de tal forma que hagan frente a la nueva sociedad del s. XXI.

En este nuevo marco histórico marcado por la evolución tecnológica donde el alumno tiene que involucrarse tanto directa como indirectamente a nuevos escenarios de aprendizaje caracterizados por la adquisición de conocimientos continuos que través de procedimientos individualistas.

Para iniciar este cambio ha de realizarse un replanteamiento de los métodos de enseñanza conocida comúnmente como “enseñanza tradicional”. Desde un enfoque generalista, está basada en la mera transmisión de conocimientos a través de unidades didácticas a través del profesor al alumno mediante el proceso de la memorización.

Todos estos datos han hecho imprescindible la incorporación de las TIC y las TAC en las aulas desde una edad muy temprana para desempeñar una función importante en el desarrollo del niño categorizado y conocido ya en la sociedad como nativo digital.

Para la incorporación de estas nuevas tecnologías en el ámbito educativo y en las prácticas por parte del docente no debe convertirse en una herramienta más para el conocimiento, sino que debe influir directamente en la construcción y aprendizaje continuo de cada alumno y así generar procesos que contribuyan a crear nuevas competencias para aprender de un modo autónomo dentro de un grupo colaborativo.

Coll (2009) dice que estas herramientas no solo suponen el cambio, sino que se necesita promover estrategias de aprendizaje para alcanzar el conocimiento dentro del paradigma de las nuevas tecnologías:

“[...] no es en las TIC ni en sus características propias y específicas, sino en las actividades que llevan a cabo los profesores y estudiantes gracias a las posibilidades de comunicación, intercambio, acceso y procesamiento de la información, acceso y procesamiento de la información que les ofrecen las TIC, donde hay que buscar las claves para comprender y valorar su impacto sobre la enseñanza y aprendizaje [...]”.

A su vez opina que el uso que se le da a la tecnología en los colegios por parte de los profesores influye directamente en el alumno como un guía docente antes que un transmisor de conocimiento:

“[...] los profesores con una visión más transmisiva o tradicional de la enseñanza y del aprendizaje tienden a utilizar las TIC para reforzar sus estrategias de presentación y transmisión de los contenidos, mientras que los que tienen una visión más activa o constructivista tienden a utilizarla para promover las actividades de exploración o indagación de los alumnos, el trabajo autónomo o el trabajo colaborativo [...]”

### ***1.1.1. Diseño de nuevas tecnologías.***

La tecnología en la educación se ha convertido en la herramienta que utiliza el profesor en las aulas del colegio con el fin de proporcionar a los alumnos un recurso de aprendizaje.<sup>1</sup>

Dentro de esta área se puede englobar a todo el conjunto de conocimientos científicos y pedagógicos unidos a metodologías, técnicas y herramientas que se impliquen en un proceso de enseñanza – aprendizaje.

---

<sup>1</sup> Se puede entender el concepto de educación tecnológica como el resultado de las prácticas en las diferentes teorías educativas para la solución de un amplio concepto de problemas, situacionales o complicaciones en la enseñanza y el aprendizaje. Al resolver los problemas no con medios o instrumentos en uso, sino centrándose en el aprendizaje con una tecnología y no sobre la tecnología, analizando los contextos enfatizando en el contenido, la pedagogía y la metodología con el tipo de aprendizaje con el alumno, dejando que el diseño del medio usado se refleje en la filosofía del programa usado a través de las estrategias promoviendo el desarrollo del alumno como individuo. (Tecnología educativa. Definición de tecnología educativa. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/tecnologia-educativa/>)



De tal forma, con la tecnología educativa dispone el docente una gran cantidad de recursos de carácter didáctico, no solo de nivel teórico sino también material, consiguiendo así optimizar y favorecer la adquisición de conocimientos.

Gracias a esta los docentes pueden desarrollar alternativas de aprendizaje donde se involucren todas las áreas mediante las TIC. Según la UNESCO (2017) dijo que:<sup>2</sup>

“Las tecnologías de la información y la comunicación pueden contribuir al acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, el ejercicio de la enseñanza y el aprendizaje de calidad y el desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión, dirección y administración más eficientes del sistema educativo”.

El protagonismo que adquiere la tecnología educativa es muy importante ya que otorga al alumno una motivación por las ganas de aprender de múltiples formas. Adquiriendo así habilidades y aptitudes de una manera individualizada.

Según Pompeya (2008), aplicar la tecnología en el ámbito educativo puede influir muy positivamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje, pero dichas tecnologías a su vez deben ser complementadas con la formación clásica y nunca debe considerarse como una sustitución de la otra. Destacan que esta tecnología será favorable dependiendo del proyecto educativo y de la propuesta metodológica que la utilice.<sup>3</sup>

Las nuevas tecnologías pueden facilitar el trabajo del profesor, pero desde una primera fase tienen que ser aprendidas para utilizar y materializarse previamente. Estas herramientas se convierten en un gran apoyo para el docente en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Pérez (2016) citó en un seminario de uso de herramientas tecnológicas dentro de la tecnología educativa que:<sup>3</sup>

“[...] dentro del proceso de enseñanza de aprendizaje, el Estado tiene la obligación de estimular la utilización de los elementos técnicos disponibles para fortalecer el proceso de aprendizaje en todos sus niveles. Quienes tuvieron la oportunidad de usar una máquina de escribir en los cursos de mecanografía en el colegio, se recuerda cómo aquello significó un plus que facilitó nuestra inserción en la vida laboral. Muchos jóvenes se desempeñaron con éxito, gracias a los conocimientos adquiridos en las tecnologías opcionales que ofertaban las instituciones”.

#### *1.1.1.1 Diseñador: Nuevo rol del docente.*

Se abre así un nuevo campo para el docente en materia tecnológica en la que tendrá que asumir nuevos roles. Los profesores pasarán de ser transmisores de información a guías

---

<sup>2</sup> Fuente: <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion> (2017)

<sup>3</sup> Citado por Chancusig Calero y Maisanche Zúñiga (Tecnologías de la educación en el proceso enseñanza - aprendizaje, 2017)

en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Cabero (2016) lo describe de la siguiente manera:

“[...] no significa que el profesor deje de ser una persona significativa en todo lo referido a la información, por el contrario, y de forma diferente a lo que algunos creen y exponen, las nuevas tecnologías van a llevarlo a que desempeñe nuevas funciones relacionadas con ésta, que irán desde buscar información en la red para adaptarla a las necesidades generales de sus estudiantes o a las necesidades y demandas concretas que a la hora de la evolución del proceso de aprendizaje se vayan presentado. Sin olvidarnos que el profesor desempeñará un fuerte papel en la formación del sujeto para que evalúe y seleccione la información pertinente”.

A lo largo de la lectura realizada de los textos y artículos escritos por Cabero en materia tecnológica destaca que el rol más importante que debe asumir el docente es el de diseñador TIC y de los nuevos espacios de aprendizaje.<sup>4</sup>

Esto significa que el nuevo rol que adopta el docente es el de convertirse en diseñador de tipos de aprendizajes basados en la unión tecnología – estudiante. De esta manera el profesor se convertirá en un facilitador de aprendizaje desde el punto de vista que lo importante no es el lugar donde se produzca, sino que este entorno se encuentre disponible para que el alumno consiga adquirir conocimiento.

El profesor pasa de ser un experto en contenidos a un facilitador de aprendizaje lo que le va a llevar a replantearse distintas cuestiones como por ejemplo el diseño de experiencias de aprendizajes, desarrollo de unidades didácticas para que los alumnos dispongan de una estructura con la que comiencen a interactuar, el estudio individualizado, nuevas metodologías de aprendizaje que incluyan herramientas tecnológicas, inclusión en otras áreas didácticas, adaptación a la sociedad del s. XXI, etc.

Este nuevo rol que asume el docente como diseñador de nuevas estructuras, unidades didácticas, recursos, herramientas, situaciones y ambientes de trabajo se considera casi imposible realizarlo de una forma autónoma e independiente.

Para ello, se tendrá en cuenta mediante la observación y el trabajo del alumno cómo se desarrolla la evolución tecnológica aplicado a diferentes áreas y realizarse en todo momento bajo un enfoque colaborativo entre docentes y a la vez acompañado por un grupo de expertos ajenos a la institución docente.

---

<sup>4</sup> Catedrático de Tecnología educativa de la Universidad de Sevilla, director del Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la US, Editor Jefe de la revista científica Pixel Bit, Revista de Medios y Educación. Miembro del Claustro de la Universidad de Sevilla. Su línea docente e investigadora se relaciona con la tecnología educativa, así como a su uso y aplicabilidad para la mejora de los contextos educativos, las cuales se observan en las diferentes publicaciones, aportaciones a congresos y participación en proyectos de investigación e innovación. Es evaluador de diferentes revistas indexadas nacionales e internacionales.

### *1.1.1.2 Diseñador: Nuevo rol del alumno.*

Desde el punto de vista del alumno, las nuevas tecnologías y las herramientas asociadas a estas, se ven desde un enfoque de comunicación a través de las redes sociales y no desde un enfoque educativo.

Esta práctica viene fundamentada por el hecho de que los niños de hoy en día han nacido bajo una sociedad tecnológica etiquetándolos como “nativos digitales” o “net generation.”<sup>5</sup>

Atendiendo al marco educativo, el rol del alumno dentro de las aulas de los colegios, al igual que en el profesorado se verá modificado por las herramientas tecnológicas dando lugar a una mayor motivación en el aprendizaje y un cambio en el comportamiento y en la actitud para ganar confianza en sí mismo (Pedró, 2011).

Por lo tanto, el rol del alumno también sufre una evolución ya que este no debe afrontar el aprendizaje solo a través de la memoria, sino que como dijo Segura, Candiotti y Medina (2007):

“[...] el alumno debe llegar a ser un usuario inteligente y crítico de la información, para lo que precisa aprender a buscar, obtener, procesar y comunicar información y de esta manera convertirla en conocimiento.”

Pedró (2011) dijo que esta evolución nos produce cambios en el paradigma educativo y en la propia escuela hacia un proceso de calidad, haciéndose visible la motivación y la mejora de los resultados académicos en los alumnos a partir de un trabajo realizado a través de la experimentación tecnológica.

Cabero (2016) dijo que “[...] lo amplio y monotemático llega a aburrirles, prefieren lo diverso, flexible y el cambio constante de actividad. Este último comentario pudiera explicar alguno de los realizados por los profesores, respecto a la falta de concentración y a los problemas de motivación que tienen sus alumnos. Prefieren, por ejemplo, aprender el funcionamiento de un programa informático por ensayo y error que leer su manual de funcionamiento, o valoran la información resumida más que los informes fuertemente detallado.

En un estudio realizado por Escofet, López y Álvarez (2014), se puede afirmar que el concepto de nativos digitales supone que los alumnos solo por el hecho de haber nacido en una generación donde el uso de las nuevas tecnologías eran objeto del día a día, estos han adquirido las estrategias para emplear y explotar casi cualquier tecnología en casi cualquier ámbito.

---

<sup>5</sup> Se puede atribuir este concepto a Tapscott (Growing up digital: How the Net Generation is Changing Your World, 2008), incluyendo dentro de este marco a todos los jóvenes que se diferenciaban de la población más adulta por tener una serie de habilidades relacionadas con las tecnologías digitales, la facilidad para ejecutar multitareas y su rápida realización, la personalización de las herramientas digitales y la libertad de elección.

Pero desde un punto de vista académico, a pesar de que los alumnos hayan nacido en la nueva sociedad tecnológica del s. XXI, estos conceptos no se pueden aplicar de momento al ámbito educativo y tampoco concluir que una vez integradas las TIC y TAC en las aulas, estos obtengan una mayor habilidad.

Para una correcta integración para un uso inteligente de las nuevas tecnologías, estas tendrán que ser analizadas y trabajadas junto con los docentes y expertos, generando un nuevo ambiente de aprendizaje guiado por nuevas o desarrolladas metodologías.

## **1.2. Tendencia educativa: STEM to STEAM.**

El avance y desarrollo de las nuevas tecnologías, y en especial su incorporación en las aulas mediante competencias digitales ha provocado cambios a la hora de entender la estructura pedagógica.

Esta realidad se fundamenta en las tendencias del mercado laboral, donde varios medios indican un considerable crecimiento de las competencias tecnológicas a largo plazo. Un ejemplo destacable es la investigación del McKinsey Global Institute, en el que augura un crecimiento entorno a un 55% de dichas competencias hasta 2030.

El informe Horizon Report (2017) en el que establece cuales son las tendencias y previsiones educativas a corto, medio y largo plazo, establece la necesidad de potenciar las ciencias, las matemáticas y las tecnologías, ya que considera éstas las principales disciplinas que llevan camino a la innovación.

Frente a estas previsiones, en Estados Unidos, la National Science Foundation acuñó en los años 90 el concepto STEM, acrónimo del inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics (Sanders, 2009).

Según Ocaña (2015), el enfoque STEM trataba de proporcionar todos los saberes de una manera multidisciplinar basándose en dos conceptos diferenciales:

- Enseñanza de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas de manera conjunta en lugar de áreas de disciplinas compartidas.
- Desde una perspectiva de ingeniería, es decir, todos los conocimientos que se adquirían de forma teórica se llevaban a la práctica desde una perspectiva de resolución de problemas tecnológicos.

Capraro y Morgan (2013) dijeron que la evolución educativa del s. XXI pasa por la incorporación de la ingeniería dentro del sistema educativo curricular al igual que lo hicieron las ciencias y sus metodologías a lo largo del s. XX. Esta integración supone el desarrollo de nuevas metodologías basadas de una manera práctica en la resolución de problemas a través del diseño y la construcción de objetos.

Las políticas educativas de Estados Unidos y Corea son los primeros en establecer dentro de su programa educativo el enfoque STEM (Yakman & Lee, 2012).

Estados Unidos fue el primero en identificar los cambios hacia una reforma nacional en la educación K-16 y su modificación en el currículo con el fin de preparar a los estudiantes para la cuarta revolución industrial del s. XXI.

En Europa, la Comisión Europea (2012) auguraba la necesidad de seguir los pasos de Estados Unidos y formar nuevas generaciones de estudiantes bajo una tendencia STEM con los suficientes conocimientos tecnológicos para contribuir a la futura innovación social.

A la vez que las distintas políticas establecían la forma de incorporar al currículo la nueva tendencia, aparecieron teóricos para dar forma al concepto.

Al hablar del fenómeno de aprendizaje STEM, se establece desde dos perspectivas diferenciadas. Yakman (2008), una de las principales teóricas del concepto describe ambos enfoques:

- Enfoque tradicionalista: Se entienden como el desarrollo de las cuatro disciplinas de forma independiente. Lo que caracteriza este enfoque es de reforzar cada asignatura dando un sentido multidisciplinar. Dependiendo del ejercicio o unidad didáctica a desarrollar, una de ellas será la dominante sobre el resto y en ocasiones establecerá el nexo de unión.
- Enfoque reciente: Se entiende como la integración de las cuatro materias en una. Se caracteriza porque existe una relación directa entre disciplinas y puede converger en una única asignatura. Estas, pueden estar identificadas equitativamente o al igual que la anterior, se puede configurar como una la dominante y servir de nexo de unión con el resto. Incluye las prácticas de enseñanza y aprendizaje cuando las materias están integradas voluntariamente y a propósito.

Este segundo enfoque es el que se ha establecido y se encuentra en casi toda la lectura científica reciente y es el que ha adoptado de forma curricular las escuelas de Estados Unidos y Reino Unido entre otros.

A la vez surgen varias voces críticas como por ejemplo Sanders (2009), que analizó el trabajo realizado en Estados Unidos y establece que a pesar de tratarlas de manera conjunta no existe realmente conexión multidisciplinar, solo a través de unidades didácticas. Realmente seguían tratándose de materias no conectadas.

Otra de las voces críticas surge de la mano de Pitt (2009) que sugiere que las instituciones no se ponen de acuerdo en cuanto a su significado y como se pueden instaurar en los centros. No se define con exactitud la palabra STEM y no queda claro si esta se configura como una disciplina única o una aproximación del conjunto de las cuatro materias.

Se identifica que uno de los principales problemas hacia un aprendizaje plenamente interdisciplinar es la interacción y la conexión entre las materias. Para ello, establece que para una verdadera conexión STEM es necesario aplicar una metodología proyectual donde las disciplinas se mantengan interconectadas.

Para mantener conexión surgen voces críticas directamente del profesorado donde establecen que para hablar de una verdadera multidisciplinariedad es necesario la actuación de todas y cada una de las disciplinas, incluidas a las que hacen referencia lo artístico y lo humano.

Ante esta posibilidad, Yakman (2008) describe que para llevar a cabo esta conexión integradora de todas las disciplinas, es necesario hablar del concepto *ART* (A) dentro del enfoque STEM.

La autora entiende que la capacidad integradora se extiende más allá del término bellas artes, y comprende además el lenguaje, las artes liberales, las físicas y las ciencias sociales. De esta manera se convierte en el nexo de unión de las disciplinas científicas y tecnológicas dentro del ámbito educativo.

Son varios los autores que reflejan la misma visión que Yakman. Brazel (2010) va un paso más allá, definiendo el concepto *ART* dentro del enfoque creativo que le falta al término STEM y a los proyectos que lo genera dentro de un marco científico y tecnológico.

White (2010) realiza un estudio sobre las políticas definidas en Estados Unidos sobre aprendizaje STEM y concluye que para llevar a cabo una reforma del sistema educativo hacia la optimización y mejora es necesario la introducción de estrategias creativas dentro de los procesos proyectuales.

Para guiar este proceso bajo esta teoría es necesario entender que el camino a la innovación concurre con el proceso creativo y que la educación plástica y visual en los primeros años de estudios, es necesario para lograr el resultado.

Siguiendo estas teorías, diversas instituciones comienzan en el desarrollo de nuevas herramientas y métodos basados en el diseño para ofrecer nuevos modelos y estrategias mediante la resolución creativa de problemas y a través de procesos multidisciplinarios. De esta manera, llevando a la práctica el design thinking a la educación mediante un proceso STEM.

Según Plasencia (2014) dijo que “[...] en Corea del Sur, con una educación de alumnos líderes mundiales en matemáticas y ciencias, se dieron cuenta de que decaía el interés de sus estudiantes en ciertos campos. Si bien los campos de ciencias y matemáticas son beneficiosos, se han ido alejando demasiado de cualquier aplicación en el mundo real. Sus niños y jóvenes se aburrían. Así que el Ministerio de Educación coreano decidió su integración con las artes”.

La escuela de diseño Rhode Island School Design (RISD) considera que la innovación es la forma de garantizar el futuro venidero y que esta se percibe conjuntamente con las disciplinas de ciencias tecnología, ingeniería y matemática. El diseño está destinado a transformar la nueva economía del s. XXI.

John Maeda (2013) presidente y uno de los principales exponentes y defensores de STEAM de la escuela RISD, destaca la importancia de comprender el arte, la tecnología, la ciencia y el diseño desde una visión integradora ya que son capaces de trabajar juntas para formar una sociedad innovadora y creativa. El autor dice que los artistas y diseñadores hacen que la información sea más comprensible, por lo tanto, los productos más atractivos y los nuevos inventos posibles a través de la investigación basada en proyectos que durante mucho tiempo han pertenecido a movimientos artísticos.

La escuela establece unos objetivos guiados por las teorías de Yakman y por John Maeda donde la principal característica es la inclusión del término A dentro del proceso STEM y equiparlo al diseño dotándolo de un fuerte carácter innovador (Ruiz Vicente, Zapatera Llinares, & Montes Sánchez, 2017):

- Transformar las nuevas políticas de investigación para colocar el término arte como Art + Design en el centro del enfoque STEM.
- Fomentar la integración de Art + Design.
- Influenciar a las distintas instituciones y empresas para la incorporación a las plantillas de trabajadores que contraten artistas y diseñadores con el fin de impulsar la innovación.

Son muchas e importantes las instituciones que se hicieron eco de este enfoque decidiendo a invertir y establecer un programa STEAM no solo a nivel educativo sino como un proceso a la innovación. Como ejemplo destaca Boeing, Nike, Apple, Intel, 3M, etc. Destacan la importancia de utilizar estrategias basadas en el diseño y la creatividad como una prioridad en la búsqueda de soluciones innovadoras (Plasencia, 2014).

Desde una perspectiva educativa la mezcla de arte y creatividad con distintas disciplinas se pone en juicio la innovación y el diseño y a su vez potenciar la imaginación y la curiosidad a través de la búsqueda de soluciones a un único problema.

Ruiz Vicente (2017) destaca la primera Conferencia Internacional STEAM llevada a cabo en Barcelona en el año 2015<sup>6</sup>, en la que se reunieron los proyectos más importantes a nivel mundial. Destaca por ser el primer evento que se organiza al margen del enfoque STEM. Estas conferencias fomentaron y dieron visibilidad al movimiento y supuso en España el nacimiento de empresas para su inversión.

---

<sup>6</sup> El Primer Congreso Internacional STEAM, celebrado en Barcelona en abril de 2015. Fuente: <https://blog.educaixa.com/-/steam-sintonizando-la-educacion-con-la-vida-real>. Revisado: 07-02-2019

### 1.3. Tendencia educativa vinculada con el entorno Fab Lab y Maker.

#### 1.3.1. Aproximación al entorno Fab Lab y Maker.

Según Martínez Torán et al (2016), citado en la revista *Experimenta*, un Fab Lab “[...] es un laboratorio digital que funciona a través de programas educativos y que tiene una serie de equipamientos (impresoras 3D, máquinas de corte láser) que permiten llevar a cabo el prototipado y la producción de objetos”.

El concepto Fab Lab surge en el año 2001 cuando el profesor Neil Gershenfeld empezó a impartir el curso bajo la denominación *How to Make Almost Anything* en el Centro para los Bits y los Átomos del instituto MIT. Este curso se caracterizaba por reunir a estudiantes de distintas disciplinas y competencias educativas con el fin de crear un proyecto que albergase distintas técnicas de fabricación digital y electrónica. La inscripción de estos cursos superó la demanda de estudiantes dando lugar al primer laboratorio permanente dentro del MIT. (García Sáez, 2016).

Según el Fab Lab de la Universidad de Deusto<sup>7</sup>, en la actualidad existen más de 660 laboratorios de fabricación digital compartiendo tecnología, conocimientos y diseños; “[...] debemos ser capaces de fabricar los mismos objetos que ya hayan sido fabricados en Boston, Ámsterdam, Barcelona o Nairobi. Una consecuencia de todo esto es que la esencia de un Fab Lab emana de la colaboración”.

Esta característica unida al concepto open source es la clave para el desarrollo de mismo, ya que permite compartir proyectos en red y adaptarlos a las necesidades de cada laboratorio.

El concepto Fab Lab sugiere una serie de prácticas y uso de nuevas herramientas y tecnologías comunes para todos los centros, aunque cada uno de ellos se derive posteriormente a su especialidad. Según García (2016), estos laboratorios disponen de un equipamiento común que ofrece las siguientes capacidades:

- Fabricación por adición de material con impresoras 3D.
- Fabricación por sustracción de material con fresadoras de control numérico de distintos tamaños.
- Corte de materiales planos mediante láser y corte de vinilo por control numérico.
- Componentes electrónicos y sistemas de videoconferencia que permita establecer conexión con el resto de laboratorios del mundo.

---

<sup>7</sup> El Deusto Fab Lab es un centro de creatividad, innovación y desarrollo para el diseño de nuevos productos, servicios y experiencias, que depende de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto (Bilbao) y está estrechamente vinculado al nuevo Grado en Ingeniería en Diseño Industrial. Fuente: <https://ingenieria.deusto.es/cs/Satellite/ingenieria/es/deustofablab/presentacion-17>. Revisado: 11-02-2019



Según la revista *Experimenta* (2016)<sup>8</sup> los Fab Labs no están ideados para la producción y la fabricación en serie, sino para pequeñas tiradas y validación de prototipos: “[...] los Fab Labs no están pensados para realizar grandes tiradas o fabricaciones a nivel industrial pero sí que resultan tremendamente útiles para el prototipado rápido, las series cortas y la creación de productos únicos personalizados”.

De esta manera los Fab Labs se convierten en un espacio de cocreación y validación de prototipos de una manera muy rápida influyendo especialmente en la figura del diseñador, puesto que se rompe con la idea tradicional que separa el cliente, fabricante y diseñador e incluso con la industria tradicional.

Según Martínez Torán (2016) defiende este concepto afirmando que “[...] asistimos en España a la consolidación de una nueva generación de auto emprendedores que diseñan y producen tanto desde la artesanía como desde la alta tecnología. Realizan pequeñas series, piezas únicas o bajo pedido caracterizadas por un alto grado de personalización. De este modo, aprovechan las ventajas de controlar todas las fases del proceso y mantener una relación directa y personal con el usuario final, algo que sería evidentemente impensable para la industria tradicional”.

Esta capacidad de *cocrear* y experimentar genera una nueva figura de diseñador, especialmente entre los más jóvenes conocida como el movimiento *maker*. García (2016) diferencia un nuevo espacio denominado *makerspace* frente a los Fab Labs, donde los primeros “[...] no ponen tanto énfasis en compartir conocimiento y por lo general no obligan a sus miembros a compartir sus invenciones, [...] su inventario es más heterogéneo, incluyéndose los distintos tipos de máquina según las necesidades de sus usuarios”.

El término *maker* fue acuñado por Dale Dougherty, editor de la revista *Make*, basándose en la tendencia *Do It Yourself (DIY)*. Según la revista *Experimenta* (2016) define a un *maker* como un “[...] artesano digital que quiere saber cómo funcionan las cosas, que hace cosas con medios que provienen de la cultura *craft* o de procesos artesanales y las crea (ampliando su capacidad manual) utilizando medios tecnológicos”.

Martínez Torán (2016) describe el movimiento *maker* con un conjunto de personas que comparten las siguientes características:

- Interés por realizar y crear cosas por uno mismo basándose en el movimiento *DIY* y en colaboración con otras, denominado *Do It With Others (DIWO)*.
- La utilización de nuevas herramientas para crear nuevos productos y objetos, reproducir elementos y desarrollar prototipos.

---

<sup>8</sup> Revista *Experimenta*. (2016). Orígenes de la Red Española de Fab Labs, (72), 91-94.

- Cultura de compartir sus diseños en la red y colaborar con las comunidades online. Con el fin de acceder a la información y crear los productos utilizando los manuales correspondientes.
- Usar archivos estándares de diseño que permitan a cualquier persona enviar a servicios de fabricación para ser reproducidos a cualquier escala.

### 1.3.2. Experiencias educativas basadas en Fab Lab y movimiento maker.

Como se ha visto en el punto anterior, los Fab Labs surgieron en el ámbito universitario del MIT, pero con el paso del tiempo se han multiplicado las opciones educativas relacionadas con el entorno de la fabricación digital. García (2016) destaca la importancia de estos entornos como recurso educativo convirtiéndose en una tendencia en varios países del mundo, “[...] estos espacios de fabricación digital están apareciendo en colegios y bibliotecas, incorporando nuevos elementos tangibles dentro de los procesos de aprendizaje ordinario”.

A continuación, se realiza una aproximación de las principales experiencias *makers* vinculadas con el entorno de la creación y diseño en el ámbito educativo.

- Fab Lab Education: es un programa fundado por *Fab foundation* y el *Teaching Institute of Excellence in STEM (TIES)*. Este proyecto se caracteriza por intentar incorporar al sistema curricular reglado los Fab Lab y crear una guía o metodología para que a través de la fabricación digital se convierta en el nexo para un aprendizaje STEM (Martínez Torán, 2016).
- FabAcademy: Fue creado para enseñar las herramientas propias que se trabajan en el Fab Lab. Empezó como un proyecto de innovación hasta convertirse en una red de más de 500 laboratorios. El Fab Lab destaca que el objetivo principal es de “[...] guiar y formar técnicamente a nuevos estudiantes en la participación y liderazgo en la comunidad global de red de Fab Labs. Con el programa se adquiere experiencia en una amplia gama de habilidades de fabricación digital, electrónica, moldes, composites, etc. en un corto periodo de tiempo”<sup>9</sup>.
- FabLab@School: Este programa fue impulsado por Paulo Blinkstein desde la Universidad de Stanford. Propone el desarrollo y la creación de un Fab Lab en cada centro educativo para niños, ya que éstos se centran especialmente en la educación para adultos, en el espíritu empresarial y el en diseño de productos. Blinkstein destaca la alta integración que estos laboratorios poseen para una integración total en el currículo escolar bajo una tendencia STEM<sup>10</sup>.
- FabLearn: Este proyecto también fue creado y dirigido por Paulo Blinkstein para fomentar y mejorar las prácticas y aprendizajes entre profesionales de la educación de los Fab Labs con el propósito de desarrollar un programa de educativo

---

<sup>9</sup> Fab Lab Madrid CEU. (2019). Fuente: <https://fablabmadridceu.com/mit-fab-academy/>. Revisado: 11-02-2019.

<sup>10</sup> FabLab@School. (2019). Fuente: <https://tltl.stanford.edu/projects/fablabschool>. Revisado: 11-02-2019.

basado en estos laboratorios. En España, el Fab Lab de Asturias, está en colaboración con Susana Tesconi, adaptando el programa FabLearn. (Martínez Torán, 2016).

- Aulab – LABoral: Este programa dirigido por Susana Tesconi se cataloga como la primera experiencia en España de integrar la fabricación digital en el currículo educativo. En su programa destaca que los centros educativos realizan una intervención en el Fab Lab y pueden observar cómo funciona la herramienta y ser partícipes. Los responsables acompañarán a los docentes para que puedan dar forma y generar actividades didácticas que complementen sus asignaturas. Según Gómez-Baeza (2016) la LABoral fue “[...] uno de los primerísimos equipamientos de España (el primero fue el Fab Lab de Barcelona) en que se permitiera al ciudadano diseñar sus propios objetos y el espacio que habita, hackear e interactuar con otros makers”.

#### **1.4. Constructivismo: metodología proyectual educativa.**

Desde sus inicios el constructivismo se ha posicionado como un elemento revolucionario dentro del marco educativo ya que comprende la existencia de diversas etapas en el desarrollo de los alumnos y sugiere un cambio en los roles de los profesores y de los estudiantes. Dando lugar a la creación de una forma indirecta de nuevas teorías de aprendizaje y la renovación y adaptación de nuevos entornos.

El desarrollo de las nuevas tecnologías abre un nuevo paradigma en la educación proporcionando un nuevo entorno de aprendizaje en la que está involucrado no solo las distintas metodologías, sino las herramientas, medios, transferencia de conocimiento, profesores, alumnos, familia, etc. Está demostrado que los alumnos son cada vez más los que utilizan un ordenador, tablet y smartphone para navegar por internet, documentarse o jugar en búsqueda del conocimiento y los profesores lo utilizan para buscar los medios que, mediante actividades, pongan a prueba a los estudiantes.

Un hecho ha sido la aplicación de las TIC dentro de las aulas de clase, en las que ha sugerido un cambio de las prácticas pedagógicas. Se ha dejado a un lado el papel y lápiz por tablets y ordenadores, y las pizarras y tiza por pizarras digitales.

Jonassen (1991) lo definió como “un ambiente de aprendizaje que debe sostener múltiples perspectivas o interpretaciones de realidad, construcción de conocimiento y actividades basadas en experiencias ricas en contexto.”

A través de esta teoría accedemos al conocimiento mediante la construcción continua del mismo, no en su reproducción. Desde un punto de vista académico, dicha construcción se fundamenta en aspectos que influyen y se utilizan en la vida real. El desarrollo e incursión de las TIC en la sociedad han permitido dar una oportunidad a los estudiantes

para ampliar sus conocimientos mediante nuevas herramientas ligadas a un aprendizaje constructivista.<sup>11</sup>

Coll (1997) en su libro “El constructivismo en el aula”, se basó en las propuestas pedagógicas y didácticas ligadas a los principales autores de las bases para un aprendizaje constructivista añadiendo de una forma generalista que las nuevas herramientas tecnológicas han posibilitado el desarrollo de nuevas teorías o metodologías basadas en dichas teorías para su incorporación en las instituciones educativas.

Según el investigador Papert, influenciado por la teoría de Piaget y Vygotsky, entiende el constructivismo en la educación como una nueva teoría educativa centrada en el individuo.<sup>12</sup> La sociedad no sabe, ni llega a utilizar toda la información que se les proporciona. Pero a su vez, necesita la capacidad de construir su propio conocimiento. Para llegar a este estado es necesario partir de la experiencia:

“[...] los niños parecen ser aprendices innatamente bien dotados y adquieren mucho antes de ir a la escuela, una enorme cantidad de conocimientos mediante un proceso de aprendizaje sin enseñanza [...]” (Papert, 1995).

Dentro del marco constructivista para el aprendizaje en las aulas, Papert lo denomina “construccionismo” y está ligado a la motivación que adquieren los individuos por las ganas de adquirir conocimiento de una forma directamente individualizada:

“[...] los estudiantes cuando desean apropiarse de conocimiento lo hacen por sí mismos y con el mínimo de enseñanza [...]” (Papert, 1995).

De esta manera, ante las escuelas que utilizan metodologías y procesos de aprendizajes tradicionales se constituye como una alternativa para favorecer la construcción de los conocimientos de los alumnos, e incitarle a la construcción de productos físicos o digitales a partir de las nuevas tecnologías que nos proporciona la sociedad y con un significado real y social.

Para Vygotsky, el constructivismo se centra sobre una base social de aprendizaje basado en la persona.<sup>13</sup> Desde un punto de vista educativo, proporciona a los alumnos la

---

<sup>11</sup> Son varios los autores que mencionan cuatro nombres como los padres de las teorías constructivistas dentro del marco educativo y que están presentes en casi todos los textos y documentación científica. Entre ellos, destaca Piaget (1970) como el máximo exponente de la teoría genética. Ausbel (1968), como el representante de la teoría del aprendizaje significativo. Vygotsky (1986 – 2001) como el ideólogo de la teoría sociocultural y Bruner (1960-1966) como la máxima figura en el desarrollo de la psicología cognitiva.

<sup>12</sup> Papert, Seymour ha sido considerado el principal experto del mundo en cómo la tecnología puede proporcionar nuevas formas de aprender, enseñar y pensar. Realizó varias investigaciones en el MIT (1985-2000) creando “Logo”, un lenguaje de programación para niños que posteriormente se incluiría en juguetes como por ejemplo Lego-Logo y Mindstorms de Lego, siendo él, el principal cerebro de la idea. Las contribuciones de Papert van más allá del campo de la educación. Fue matemático y cofundador de Marvin Minsky del Laboratorio de Inteligencia Artificial en el MIT y miembro fundador de la facultad del MIT Media Lab, colaborando continuamente con Jean Piaget en la universidad de Ginebra en Suiza. Fuente: <http://www.papert.org/> (2017).

<sup>13</sup> Las ideas propuestas por Vygotsky poseen una gran importancia en psicología y en educación. Ha desarrollado la idea del proceso educacional activo, en el que el alumno, el docente y el entorno social son activos. A su vez puso en evidencia la dinámica del

oportunidad de conseguir de una manera óptima y exitosa, habilidades más complejas que lo que realizarían por sí mismos:

“[...]” La base de la formación debe ser creada sobre las actividades del alumno, y todo el arte del educador reside en la manera como dirige y regula sus actividades. El maestro es el organizador del entorno, regulador y controlador de su interacción con el alumno. El entorno social es una fuerza real que pone en marcha el proceso educacional y el papel general del educador consiste en dirigir esta fuerza [...]” (Vasílievich Davidov, 1997).

De una forma general, la adquisición de conocimientos a través de metodologías tradicionales los estudiantes adoptan un rol de carácter pasivo, limitándose a recibir y memorizar la información a través del docente, lo que genera un fallo o mal entendimiento a la hora de enfrentarse a la realidad o al aplicar lo aprendido en las aulas a un ejercicio práctico en la realidad.

En la actualidad las nuevas tecnologías generan las herramientas necesarias para que las personas puedan acceder a ellas compartiendo los conocimientos, ideando nuevas propuestas, gustos, intereses con el fin de alcanzar el conocimiento:

“[...]” el uso de las nuevas tecnologías para la adquisición de conocimiento ayuda a la creación de micromundos, en donde el estudiante tiene herramientas que puede utilizar con independencia y a su antojo, logrando así una experiencia que fomenta la adquisición de un proceso de aprendizaje en el que el alumno se siente involucrado en su propio proceso de enseñanza” (Hernandez Requena, 2008).

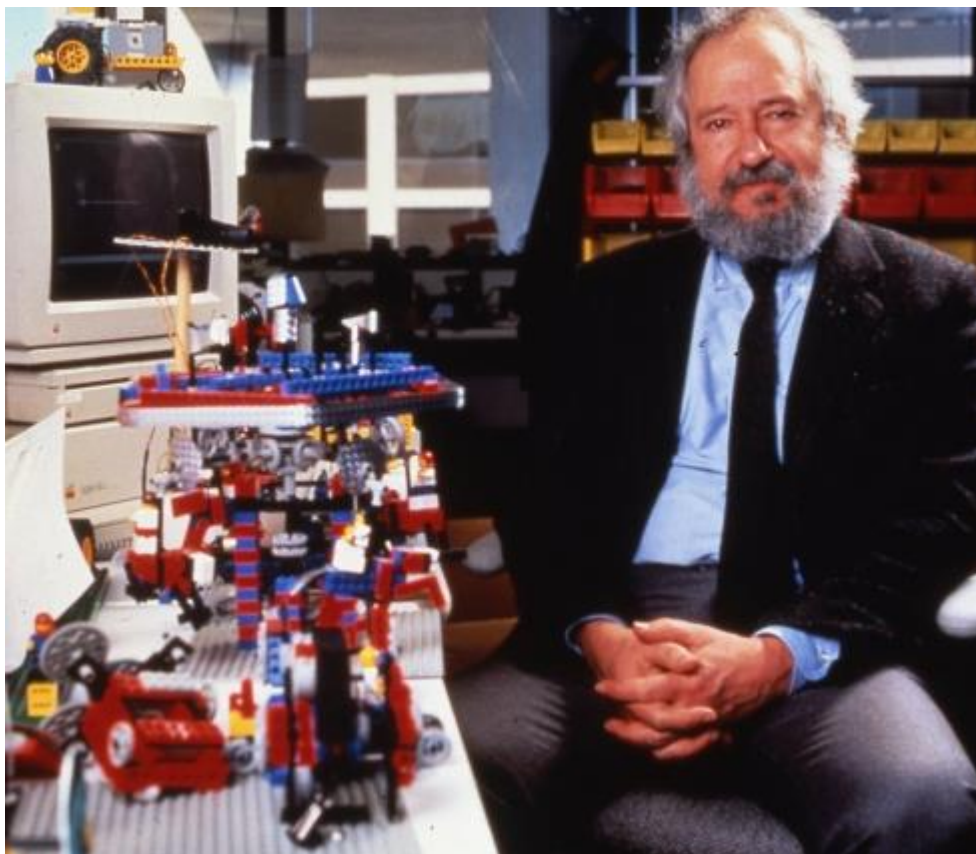
La visión de favorecer la construcción de objetos o productos físicos con la colaboración de las nuevas tecnologías de la comunicación y aprendizaje hacia la adquisición de conocimiento, puede lograr el posible cambio que se necesita para la incorporación de una educación tecnológica.

A través de metodologías activas enfocadas en el alumno se estimula así mismo para que construya su propio conocimiento a través de las herramientas TIC y TAC. A su vez, como describe Vygotsky a lo largo de sus investigaciones, potenciando el trabajo colaborativo, esencial para solucionar problemas que van surgiendo en el proceso.

Un ejemplo de aplicación que ha sido utilizado en gran parte del mundo tanto en instituciones educativas dentro del marco curricular y en escuelas de formación no reglada es el uso del “kit de Lego Minstorms” fundamentado en las teorías constructivistas de Papert (imagen 1.1).

---

entorno social que forma el alumno-profesor dando todo el protagonismo de aprendizaje el primero y convirtiéndose en segundo en un facilitador de conocimiento. A nivel académico, creo una escuela científica muy importante con numerosos discípulos y seguidores. Fuente: (Vasílievich Davidov, 1997)



Fuente: <http://news.mit.edu/2016/seymour-papert-pioneer-of-constructionist-learning-dies-0801> (2016)

**Imagen 1.1. Profesor Emérito Seymour Papert. Lego Mindstorms. MIT Media Lab.**

Al ofrecer estas herramientas a los niños bajo un enfoque constructivista, ayuda al profesor a aplicar metodologías activas donde permiten a los alumnos crear ideas, documentarse e informarse, construirlas y fabricarlas y profundizar sobre ellas para su aplicación en otras áreas de conocimiento y en la vida real.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Ejemplo de curso realizado en educación secundaria usando constructivismo pedagógico realizado en el Colegio Villa de Móstoles, Madrid. Fuente: (Vega & Cañas, 2014)

A su vez los alumnos no solo aprenden, sino que se divierten jugando potenciando el pensamiento creativo y distintas habilidades de aprendizaje que serán capaces de aplicar de una manera inconsciente en proyectos venideros.<sup>15</sup>

En la actualidad dentro del panorama educativo, encontramos este paradigma constructivista en la aplicación de proyectos de la asignatura curricular “tecnología” además de su aplicación a otras áreas como las matemáticas, ciencias naturales, informática, física etc.<sup>16</sup>

La actividad principal que nos permite aplicar constructivismo sigue la línea de las teorías de Papert, en el uso de la robótica y la programación como un ejercicio basado en proyectos.

La robótica pedagógica se enfoca en diversas áreas curriculares para el desarrollo de actividades con el fin de buscar soluciones a problemas expuestos a través de la experiencia.

En una conferencia para el desarrollo de entornos de aprendizaje con tecnología en Bilbao, Ruiz Velasco (2006) dijo que la robótica pedagógica se enfoca en diversas áreas curriculares para el desarrollo de actividades con el fin de buscar soluciones a problemas expuestos a través de la experiencia en una formación guiada:

- Integración de distintas áreas de conocimiento
- Manipulación y experimentación con objetos físicos.
- Adquisición de distintos lenguajes relacionados con las TIC y TAC como por ejemplo lenguajes matemáticos, informáticos, gráficos, tecnológicos etc.
- Desarrollo del pensamiento sistémico y sistemático.
- Construcción de sus propias estrategias de conocimiento para el desarrollo de actividades.
- Creación de entornos de aprendizaje.
- Aprendizaje del proceso científico y de la representación.

Como metodología de aprendizaje, el constructivismo puede ser un medio útil para el alumno como adquisición de conocimiento, pero puede generar problemas de cara al docente y a las instituciones. Al primero por generar nuevos ambientes de trabajo basado en nuevas tecnologías y herramientas que todavía no son capaces de manejar o adaptarlas a la educación por sí solos, y al segundo porque estas suponen un coste muy elevado para llevar a cabo una transformación educativa.

---

<sup>15</sup> Aprendizaje basado en el juego proviene del término anglosajón Game Based Learning (GBL), y se entiende como una tendencia que junta el aprendizaje con diferentes herramientas o recursos conocidos como los juegos, haciendo especial atención en los digitales, con el fin de apoyar o mejorar la enseñanza, el aprendizaje y/o la evaluación. De esta manera se intenta motivar a los estudiantes para que participe en un aprendizaje activo a través de las experiencias. Fuente: (Charlier & Remmele & Whiltton, 2012).

<sup>16</sup> Generalmente se entiende la expresión proyectos a actividades curriculares utilizando metodologías de “aprendizajes basado en proyectos” (ABP).

## **1.5. Aprendizaje basado en proyectos.**

La entrada al s. XXI ha supuesto nuevos cambios tecnológicos que han influenciado los modos de vida, llevando a cabo una transformación de la sociedad más joven hasta los más adultos. En lo que se refiere al primero, ha supuesto la evolución de recursos y herramientas que han generado un nuevo marco teórico en la educación donde los alumnos tendrán que desenvolverse y los docentes evolucionar.

Esto ha llevado a cabo nuevos replanteamientos de la escuela tradicional donde el profesor se limita a ofrecer una educación basada en la transmisión de conocimientos y contenidos didácticos donde en su mayoría el alumno debe memorizar el contenido y después exponerlo mediante ejercicio o examen.

Es decir, mediante el aprendizaje convencional se expone la información y posteriormente se busca materializarlo mediante la resolución de un problema, a través de un aprendizaje basado en proyectos o problemas (ABP), primero se analizan los problemas, se identifican las necesidades, se realiza una documentación para la búsqueda de la información y finalmente se regresa al problema para encontrar una solución a través de la experiencia.

El ABP es una metodología de enseñanza para el aprendizaje que numerosas instituciones han adoptado para dar respuesta a la incursión de las nuevas tecnologías, planteando un cambio en el paradigma educativo y en el desarrollo del alumno.

### **1.5.1. ABP: marco teórico.**

En la actualidad, en el momento tecnológico en el que vivimos, se hace cada vez más necesario la idea de desarrollar nuevas propuestas que nos hagan más cómoda nuestras vidas. Este concepto traducido a un punto de vista educativo, surge la necesidad de presentar nuevos conceptos innovadores en el marco de enseñanza y aprendizaje.

Se puede entender un ABP como una estrategia educativa que intenta salvar las deficiencias que presenta un aprendizaje basado en la mera transmisión de conocimientos para la posterior memorización y que se entiende como una herramienta para trabajar con grupos de alumnos que presenten estilos de aprendizaje y habilidades diferentes.

El ABP nace en la Escuela de Medicina de la Universidad de Case Western Reserve en EEUU y en la Universidad de Canadá en los años 60. El objetivo de esta metodología era mejorar y optimizar la calidad de la educación médica orientando el currículo educativo basado en las unidades y exposiciones del profesor, a uno con un carácter más integrador y organizado del problema de la vida real y donde se juntan distintas áreas de conocimiento para dar solución al problema.

Barrows (1986) definió el ABP como “[...] un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”.



Este tipo de aprendizaje se basa en formar alumnos capaces de analizar y dar solución a problemas expuestos mediante ejercicios y enfrentarse a ellos como si lo estuviesen haciendo en la vida real, integrando de una forma continua los conocimientos que les llevará a obtener sus propias competencias profesionales.

A través de un ABP, se intenta que el alumno sea capaz de construir su propio conocimiento sustentado en ejercicios cotidianos de la sociedad, convirtiéndose de esta manera que el uso del “problema” sea el punto de partida para que el estudiante asuma el rol de protagonista en la gestión de su propio aprendizaje.

Benito (2005), dijo que en el ABP el alumno asume su propio protagonismo al identificar sus necesidades de aprendizaje y buscar el conocimiento para dar respuesta a un problema planteado, lo que a su vez genera nuevas necesidades de aprendizaje.

Para poder llevar a cabo este desarrollo fundamentado en una práctica real, todos los alumnos tendrán que trabajar en un ambiente colaborativo, diseñando un proyecto que para encontrar la solución deberán seguir las pautas del profesor y cada estudiante poseerá un rol independiente e individual con unos objetivos marcados a seguir para alcanzar la meta.

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2004), lo enmarcó como una estrategia de enseñanza – aprendizaje en la que la adquisición de conocimientos como la de habilidades y actitudes resulta importante ya que en el ABP, se juntan estudiantes y con la guía de un tutor analizan y resuelven un problema seleccionado o diseñado objetivos para alcanzar soluciones.

Esta construcción de conocimiento a través de un ABP, tiene sus bases en el paradigma constructivista. Carretero (2000) realizó un análisis donde ubica un ABP dentro del paradigma constructivista:

- En la construcción del conocimiento interno no solo es necesario la presentación de la información a la persona para que aprenda, sino que también es obligatorio que lo construya.
- El aprendizaje consiste en un proceso de reorganización interno. Desde que se almacena la documentación hasta que se asimila, la persona pasa por las fases en las que modifica sus sucesivos esquemas hasta que comprende plenamente dicha información.
- El aprendizaje se favorece enormemente con la interacción social.
- La creación de contradicciones o conflictos cognoscitivos, mediante el planteamiento de problemas e hipótesis para su adecuado tratamiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es constituye como una estrategia eficaz para lograr dicho aprendizaje.
- El entendimiento con respecto a una situación de la realidad surge de las interacciones del medioambiente.

- El conflicto cognitivo al enfrentar cada nueva situación estimula el aprendizaje de cada estudiante.
- El conocimiento se desarrolla mediante el reconocimiento y aceptación de los procesos sociales y de la evaluación de las distintas interpretaciones individuales del mismo fenómeno.

El ABP entiende que el pensamiento crítico del grupo de estudiantes que participa en un proceso de enseñanza – aprendizaje, actúa y se desarrolla como parte del propio proceso y no como un elemento adicional.

Esta metodología busca que el alumno comprenda, analice y profundice en las respuestas que se usan para aprender abordando aspectos de orden filosófico, sociológico, psicológico, histórico, práctico, etc. Todo realizado a partir de un enfoque integrador. La estructura y el proceso de solución al problema queda de una manera abierta favoreciendo y motivando un aprendizaje consciente y al trabajo en grupo en un ambiente de aprendizaje colaborativo (Monterrey, 2004).<sup>17</sup>

### **1.5.2. Beneficios e inconvenientes en un proceso de ABP.**

Uno de los objetivos principales de un proceso de ABP es fomentar las ganas y la motivación del estudiante por el aprendizaje y generación de conocimiento. A través de la experiencia de resolución de problemas, posibilita a los alumnos a poner en práctica problemas de la vida diaria para ser resueltos de una forma autónoma en un ambiente colaborativo.

Son numerosos los textos y documentación científica que recogen beneficios e inconvenientes en la aplicación de esta metodología. Según Sánchez y Vidal (2013), en base al estudio realizado por Rojas (2005) publican los beneficios que se obtienen al aplicar una metodología basada en proyectos:

- Es un método de trabajo activo donde motiva a los estudiantes a aprender, ya que se les permite trabajar temas y unidades de interés relevantes en el día a día.
- Prepara a los alumnos para los puestos de trabajo aplicando habilidades y competencias como la colaboración, planeación toma de decisiones y manejo del tiempo.
- Aumenta la motivación del estudiante llevando al interés por el aprendizaje con una mayor asistencia de alumnos en las aulas y mayor disponibilidad a la hora de realizar tareas.
- Se produce una integración entre el aprendizaje en la escuela y la realidad. Los estudiantes retienen mayor cantidad de conocimiento y habilidades cuando

---

<sup>17</sup> Aprendizaje colaborativo: Es una técnica didáctica que promueve el aprendizaje centrado en los alumnos basando el trabajo en pequeños grupos, donde los estudiantes con diferentes niveles de habilidad utilizan una variedad de actividades de aprendizaje para mejorar su entendimiento sobre una materia. Cada miembro del grupo de trabajo es responsable no solo de su aprendizaje, sino de ayudar a sus compañeros a aprender, creando con ello una atmósfera de logro (Aprendizaje Colaborativo, Técnicas didácticas., 2009)

existe interés por la realización de ejercicios estimulantes. A través de los proyectos, trabajan diferentes habilidades y ven a través de la experiencia donde se puede materializar sus resultados en la sociedad actual.

- Se desarrollan habilidades para construir el conocimiento a través del trabajo en grupo y la colaboración: Esta forma de aprendizaje aporta al alumno la capacidad de generar ideas, compartirlas, expresar opiniones y desarrollarlas.
- Desarrollan fortalezas individuales de generación de conocimiento y diferentes enfoques y estilos de aprendizaje.
- El aprendizaje se centra en el estudiante y no en el profesor ni en las unidades didácticas.
- El profesor se convierte en un facilitador o tutor del aprendizaje.
- Establece relaciones de integración entre distintas áreas de trabajo y diferentes disciplinas llevando a cabo un aumento de la autoestima y las capacidades de los participantes.
- Se aprende a través de la experiencia la incursión de las nuevas tecnologías como herramienta educativa y cuál es el valor de esta para ser usada de una manera práctica en la sociedad del día a día.
- Se produce un aumento de las habilidades sociales y de comunicación que permite al alumno compartir ideas entre ellos para la solución de problemas.
- Pone en práctica el paradigma del recurso didáctico de “aprender a aprender” uno del otro y también la forma de ayudar a que sus compañeros aprendan.<sup>18</sup>
- Esta metodología permite descubrir a través de la experiencia continua y aprender de sus propios errores para superar los retos.

Son numerosos los beneficios que se pueden citar a la hora de promover un aprendizaje donde los estudiantes generen su propio conocimiento y diseñen un proyecto elaborando y trazando estrategias para encontrar una solución. Esto implica citar la importancia del ABP, ya que en la mayoría de ocasiones los alumnos no se conforman solo por cumplir los objetivos marcados por los profesores, sino que tratan de superarse hasta lograr los resultados.

A continuación, se presentan desventajas y problemas que surgen a la hora de aplicar un ABP en el entorno educativo:

- Se necesita un equipo de formación por parte del docente que esté capacitado para estructurar de una forma correcta el desarrollo del proyecto.

---

<sup>18</sup> Aprender a aprender supone disponer de una serie de habilidades para iniciarse en el aprendizaje y ser capaz de continuar aprendiendo de manera cada vez más eficaz y autónoma de acuerdo a los propios objetivos y necesidades. A su vez requiere ser consciente de cómo se aprende y de cómo se gestionan y controlan de forma eficaz los procesos de aprendizaje, optimizándolos y orientándolos a satisfacer objetivos personales (Pinto, 2008).

- Al incorporar las nuevas tecnologías de la información y comunicación para el aprendizaje, en la mayoría de los casos los profesores todavía no están preparados para el manejo de las herramientas.
- Las escuelas e instituciones, en su mayoría todavía no tienen las aulas equipadas con la tecnología y herramientas para que puedan ser utilizadas por todos o gran parte de estudiantes. Poseen los recursos mínimos para la comunicación, pero no para la generación de proyectos.
- La aplicación de un ABP supone para las instituciones un elevado coste económico. No solo el hecho de suministrar las herramientas necesarias, si no mantenerlas ajustadas y actualizadas en el día a día.
- Dificultad para integrar distintos grupos en mismo horario y aula. Esto dificulta la capacidad de comunicación entre los distintos equipos participantes.
- Se requiere tiempo y paciencia para permacer abierto a ideas y opiniones diversas.
- Es una transición de cambio o implementación educativa difícil. Iniciarse en un trabajo mediante ABP supone que tanto los estudiantes como los alumnos tienen que cambiar su perspectiva de aprendizaje, tienen que asumir responsabilidades y ejecutar acciones a las que no están acostumbrados respecto a un aprendizaje tradicional.

De una forma más generalizada uno de los grandes inconvenientes para su aplicación es el cambio que se debe producir en las instituciones. En la actualidad poco a poco se observa en materia legislativa la aplicación en los diferentes Boletines Oficiales de cada Comunidad Autónoma como se están produciendo cambios hacia un tipo de educación a través de proyectos.

Las nuevas tecnologías como herramientas y recursos para la educación, están sugiriendo la integración de dicha metodología de una forma casi automática en las asignaturas curriculares, generando controversia entre la educación tradicional y la nueva educación tecnológica del s. XXI.

### ***1.5.3. Agentes que intervienen en un proceso de ABP.***

Como hemos visto el ABP es una metodología de aprendizaje con la que los estudiantes trabajan activamente y se les motiva hacia un aprendizaje donde están capacitados para idear y evaluar proyectos que tienen una aplicación en el mundo real, ya sea a través de las herramientas con las que trabajan o en la temática del problema a desarrollar.

Desde principios del s. XXI, las herramientas que intervienen en un ABP, se ha formado como un recurso para los profesores y para el aprendizaje de los alumnos. No solo por la adquisición de conocimientos a través de las unidades didácticas sino como han sabido introducir las nuevas tecnologías TIC y TAC como base para el desarrollo del proyecto.

Dentro de un ambiente educativo se catalogan dos agentes que se encuentran involucrados en el proceso de enseñanza – aprendizaje basado en proyectos: el profesor y el estudiante.<sup>19</sup>

El principal papel que adopta el profesor es el de facilitador de la información y la motivación hacia el estudiante en la identificación de sus propias necesidades para la construcción del conocimiento. No se le cataloga como un experto de la materia, sino que su principal función consta en guiar sobre temas que se están tratando y a su vez determinar qué pasos son los correctos para la investigación y desarrollo.<sup>20</sup>

Las características que necesita un profesor para un proceso ABP son las siguientes:

- Una actitud positiva y activa respecto a la metodología, entendiendo que se trata de una estrategia viable para el desarrollo.
- Poseer las habilidades, actitudes, valores y conocimientos necesarios para estar continuamente formado y capacitado para su aplicación.
- Promover el pensamiento crítico y creativo, así como el trabajo colaborativo.

Martí et al (2010) señala que, desde el punto de vista del profesor, el ABP:

- Posee contenido y objetivos auténticos.
- Utiliza una evaluación real.
- Es facilitado por el profesor, pero actúa más como orientador o guía al margen.
- Su finalidad educativa se cataloga como explícita.
- Afianza sus raíces en el constructivismo como modelo de aprendizaje social.
- Está diseñado para que el profesor aprenda.

Desde el punto de vista del estudiante se le cataloga como el eje central del proceso caracterizando su aplicación como un ejercicio lento a la hora de hacer patente los resultados de aprendizaje:

- Se centra en el estudiante y promueve la motivación intrínseca.
- Estimula el aprendizaje colaborativo y cooperativo y desarrolla habilidades relacionadas con el trabajo en grupo.
- Consigue que los alumnos realicen mejorías continuas e incrementales en sus productos, presentaciones.
- Aumento de las habilidades comunicativas.

---

<sup>19</sup> Entendemos por “agente” en este caso a las personas que se encuentran involucradas directamente en proceso de ABP que en este caso son los profesores y los alumnos. De una manera más indirecta, también influyen las instituciones educativas, las instituciones públicas, familia, recursos económicos etc.

<sup>20</sup> Se entiende que el profesor tiene que poseer los conocimientos para lograr los objetivos del aprendizaje y un dominio de las técnicas y estrategias necesarias para desarrollar el proceso. Fuente: <https://educrea.cl/aprendizaje-basado-en-problemas-el-metodo-abp/>

- Está diseñado para que los estudiantes se comprometan con la resolución de ejercicios.
- Desarrollan capacidades de análisis, síntesis e investigación.
- Requiere que el alumno realice un producto.
- Favorece habilidades enfocadas al recurso de “aprender a aprender”.

#### **1.5.4. Las nuevas tecnologías en un ABP.**

Cabe resaltar la importancia de la aparición de nuevos escenarios de aprendizaje dentro de las instituciones educativas poniendo de manifiesto la necesidad de un nuevo modelo de enseñanza- aprendizaje centrado en el alumno.

Concretamente en España, las Instituciones de Educación Superior, con la implantación del Plan Bolonia en 2010, se están adaptando a las nuevas iniciativas educativas comenzando por un aprendizaje basado en problemas para posteriormente ir evolucionando hacia un aprendizaje basado en proyectos.<sup>21</sup>

Para Martí (2010) realiza una diferencia entre aprendizaje por proyectos y aprendizaje por problemas. En este último el desarrollo del ejercicio se centra a la solución de un problema en concreto.

El desarrollo por proyectos, constituye un amplio abanico de ejercicios involucrado para la resolución de problemas que abarcan otras áreas de conocimiento que no se califican como problemas:

“[...] el proyecto no se enfoca solo en aprender acerca de algo, sino en hacer una tarea que resuelva un problema en la práctica. Una de las características principales del ABP es que está orientado a la acción [...]”.

La evolución de las herramientas basadas en las nuevas TIC y TAC y su incursión en la educación ha posibilitado desde hace tiempo que estas técnicas de aprendizaje ya estén consolidadas en varios países de Europa del Norte, Estados Unidos y Canadá. En España, nos encontramos todavía con un proceso de involucración de las partes que intervienen para su posible instalación.

González-Jorge (2014) dijo que “los futuros ingenieros terminarán sus estudios sin haber afrontado suficientes aproximaciones de lo que es un proyecto real de ingeniería, desde su concepción a la entrega del mismo al cliente. Por esta razón, consideramos de vital

---

<sup>21</sup> El Proceso de Bolonia se inició en 1999, cuando los ministros de 29 países europeos, entre ellos España, firmaron la Declaración de Bolonia, que tiene por objeto el establecimiento para el año 2010 de un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) para lograr la convergencia y la comparabilidad en los sistemas universitarios europeos, facilitando la empleabilidad, la movilidad y el reconocimiento de los títulos universitarios en toda Europa. Por eso también se conoce como proceso de convergencia en un Espacio Europeo de Educación Superior.

Fuente: Educación. Gobierno de España. ([https://www.educacion.gob.es/boloniaensecondaria/img/damos\\_respuestas.pdf](https://www.educacion.gob.es/boloniaensecondaria/img/damos_respuestas.pdf))

importancia que los estudiantes tengan garantizado un contacto mínimo con un proyecto real.

Las nuevas tecnologías aplicadas en el ámbito educativo las asociamos de una forma generalizada en el terreno de las ciencias y la tecnología en una educación primaria y en las carreras de carácter técnico para los estudios superiores.

En la actualidad estas estrategias se catalogan como las más acertadas para afrontar los retos que se avecinan en el nuevo paradigma educativo. Una enseñanza basada en un proceso de ABP se puede resumir en el desarrollo de un proyecto para la ejecución de un producto final, siguiendo una serie de normas guiadas por el tutor y aplicando herramientas y recursos de las TIC y de las TAC.

La evolución tecnológica ha supuesto grandes cambios llevando a cabo el desarrollo de herramientas y recursos de bajo coste. Estos han sido aprovechados por diferentes comunidades y asociaciones para la evolución del denominado código abierto, proveniente del término anglosajón *open source*.<sup>22</sup>

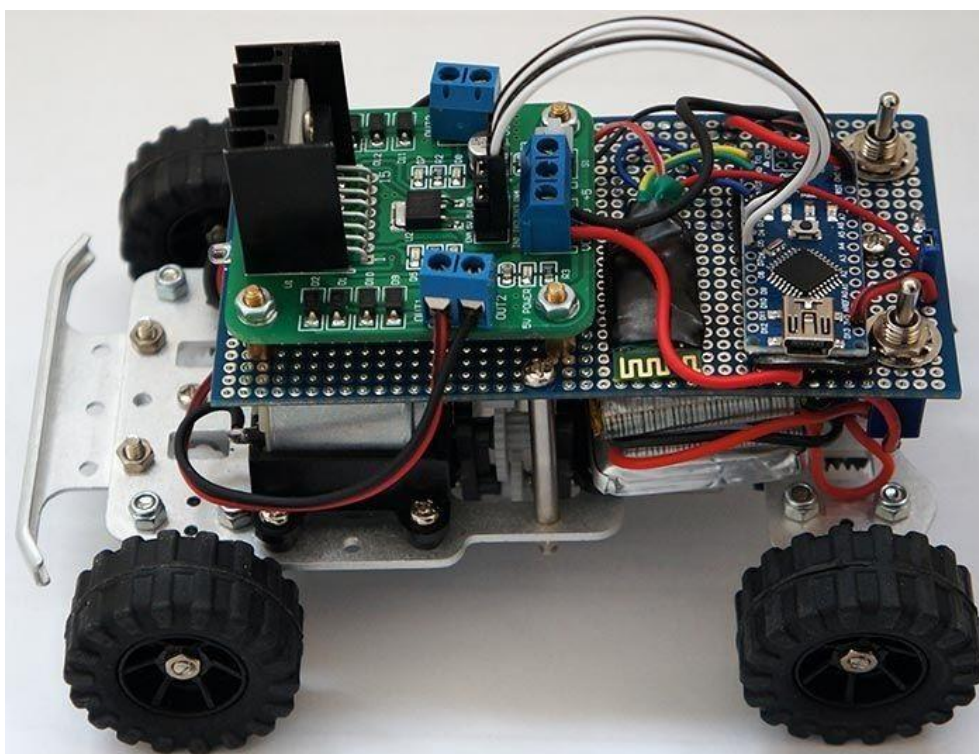
Como se señala en otros capítulos de esta investigación, estas nuevas tecnologías se ubican dentro de las estrategias de aprendizaje por proyectos y utilizan como recursos la aplicación de proyectos basados en robótica, que esta a su vez, la podemos desglosar en electrónica, programación y mecánica.

Estas nuevas propuestas a través del open source está generando a su vez nuevas propuestas de aprendizaje dentro de la asignatura de tecnología, introduciendo nuevos conceptos donde los estudiantes podrán comparar y experimentar con ejercicios y proyectos realizados en la vida real.

En la imagen 1.2 se puede observar un ejercicio realizado en la asignatura de tecnología en la que incorporan elementos de electrónica y programación para el desarrollo de un proyecto de un coche.

---

<sup>22</sup> El Open Source es un término que se utiliza para asignar a un determinado tipo de software que se distribuye a los usuarios mediante una licencia, que, teniendo los conocimientos necesarios, pueden utilizar el código fuente del propio software para posteriormente ser estudiado, modificado y realizado mejoras. El fin es que una vez el programa sea compilado y trabajado por distintos profesionales, este estará mucho mejor diseñado que cuando salió por primera vez a través del programador original. Fuente: <https://tecnologia-facil.com/que-es/que-es-open-source/> (2017)



Fuente: <https://tecnologiainformaticaespiritusanto.wordpress.com> (2015)

**Imagen 1.2. Desarrollo de coche y programación en Arduino para la asignatura de tecnología en Educación Secundaria Obligatoria.**

La robótica con fines pedagógicos permite fabricar a los estudiantes sus propias ideas y recrear situaciones que conciben del mundo real, dando lugar a nuevos conocimientos y a su vez la aplicación a otras áreas.

Como se ha visto, una de las principales características que se puede extraer de la robótica en la educación es la capacidad que posee de mantener la atención continua del estudiante. Que este sea capaz de manipular y trabajar con las herramientas y recursos desde un caso práctico real, recrea una experiencia que genera nuevas habilidades, un pensamiento estructurado, la capacidad de resolver problemas etc. Aportando soluciones a los entornos cambiantes de la sociedad.

Ruiz-Velasco (2007), prevé que el uso de estas herramientas favorece el proceso de enseñanza – aprendizaje permitiendo una integración de la teoría con la práctica.



Según Bravo y Forero (2012) los nuevos escenarios de aprendizaje donde se involucra la robótica educativa están basados fundamentalmente en la participación activa del estudiante:

“[...] los proyectos de robótica educativa posicionan al estudiante en un rol activo y protagónico en su propio proceso de aprendizaje pues permiten al estudiante pensar, imaginar, decidir, planificar, anticipar, investigar, hacer conexiones con el entorno, inventar, documentar y realimentar a otros compañeros [...]”

#### *1.5.4.1 Metodología didáctica en base a las nuevas tecnologías.*

Como hemos visto, las incursiones de las nuevas tecnologías en el panorama educativo están generando nuevos espacios de aprendizaje tanto en las instituciones educativas de carácter reglado como en la de formación no reglada.

Son numerosos los autores que hacen referencia a cómo implantar una metodología basada en ABP y cómo las nuevas tecnologías se hacen un hueco como recursos para su desarrollo.

Para este trabajo de investigación se centra el objetivo en las nuevas tecnologías basadas en la robótica, el Arduino<sup>23</sup> como elemento de programación y pensamiento computacional a través de las TIC y TAC, y con un claro enfoque constructivista proyectual. Este último desde un punto de vista evolutivo y adaptado a nuestros días a partir de metodologías de diseño.

Se centra el estudio en Bermúdez (2012), citado por Rivera y Turizo (2015), con el fin de implantar una metodología de enseñanza – aprendizaje para impulsar un proceso que posibilite el desarrollo de unidades didácticas e interactivas a través de las posibilidades que ofrecen las TIC y las TAC, el trabajo en grupo y colaborativo y las nuevas prácticas tecnológicas enfocadas al diseño y construcción.

Para ello, destacan siete pasos a desarrollar por parte del docente y de las instituciones educativas para una correcta implantación de las nuevas tecnologías dentro del ejercicio del proyecto:

- Aclarar los términos y objetivos: Especificar cuáles son los conceptos tecnológicos y cuál es su área de aplicación. Esto implica definir los términos que lleven a un estado de confusión del problema y a su vez establecer una vinculación con el conocimiento para clarificar los objetivos.
- Definición del problema: Se considera el punto de salida para la realización del proyecto. Se realiza un análisis de la situación, el objetivo del proyecto y las actividades relacionadas.

---

<sup>23</sup> Arduino surge en Italia, 2005 y es una plataforma electrónica de código abierto basado en un hardware y software de fácil utilización. Se compone de un PCB electrónico para albergar distintos sensores y pensado para realizar proyectos multidisciplinarios. Fuente <https://www.arduino.cc/>. Revisado: 07-02-2019

- **Brainstorming:** Se realiza una lluvia de ideas para la realización del proyecto. En este caso está vinculado con su posterior desarrollo a través de herramientas basadas en la robótica y *open source*, así como de todos los elementos que lo componen (actuadores, electrónica general, componentes eléctricos, herramientas de taller, impresión 3D, etc.)
- **Presentación de aportaciones del análisis:** Se toma la solución más viable. Esa será aquella que realmente aporte una solución del problema a un costo viable.
- **Definición de objetivos:** Se definen cuáles van a ser los fines y el alcance del proyecto. Se debe concretar las metas concretas de aprendizaje que establezcan la dirección para un desarrollo tecnológico.
- **Realización de un estudio independiente:** Se centra en la búsqueda de los elementos tecnológicos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- **Generar resultados y obtener conclusiones:** Se realiza un recordatorio de la definición de los objetivos, las metas de aprendizaje y su grado de cumplimiento. A veces es necesario cambiar la definición del proyecto para que este pueda ser llevado a su íntegra resolución.

A través de esta metodología se busca el desarrollo de un proyecto para la elaboración de un producto final. En estas fases de ejercicios relacionados con la vida diaria basados en problemas reales, les permiten a los estudiantes fomentar la creatividad hacia construcción de ideas y mediante el diseño de producto entrar en un aprendizaje creativo y de manera autónoma.

#### 1.5.4.2 ABP asistido por las TIC.

Una educación basada en ABP se establece como objetivo un producto al final del proyecto a través de la adquisición continua de actitudes y conceptos técnicos. Según Bermúdez (2012), esto solo es posible si el estudiante encaja un rol activo en su propio proceso de aprendizaje donde se incluyen distintas áreas curriculares y a la vez estas son sustentadas por las diferentes tecnologías. Estas se llevarán a cabo en diferentes etapas y cada una de ellas será realizada en cada aula o laboratorio preparado para el ejercicio.

Sebastian et al (2013), aplicó la metodología ABP en una de las asignaturas dentro del marco TIC de las titulaciones de ingeniería dentro de la Universidad de Valencia con un gran número de alumnos. Esta supuso ser beneficiosa para los estudiantes ya que les permitió trabajar competencias específicas como por ejemplo el trabajo colaborativo y la comunicación oral.

Los resultados fueron satisfactorios en las diferentes etapas del proyecto demostraron una mayor implicación de los estudiantes obteniendo un grado mayor de implicación que si lo hubiesen desarrollado mediante métodos tradicionales.

El ABP dentro de un marco tecnológico requiere un punto de partida caracterizado por un problema propuesto por el docente, dando la oportunidad al estudiante de construir su conocimiento identificando las necesidades para entender de una manera óptima el

binomio problema-solución y cumplir los objetivos de aprendizaje. La incursión de las TIC en la educación ha sido relevante ya que permite generar de manera simultánea tanto conocimientos teóricos y estrategias para la resolución de problemas de una forma colaborativa en un ambiente de trabajo muy parecido al del día a día en la práctica profesional.

Las TIC ya no se entienden como una herramienta o recurso de comunicación para un aprendizaje individual, sino que conforma un escenario de aprendizaje grupal para el desarrollo de proyectos y la creación conjunta de conocimiento.

Esto no ha sido posible hasta la actualidad porque el desarrollo de las redes de comunicación y la integración de los ordenadores en las instituciones educativas no se habían introducido de una forma masiva. Lo que permite así a los docentes de una manera cada vez más extendida, diseñar sus propias unidades didácticas y a la vez, generar nuevos conocimientos en los estudiantes. Supone una retroalimentación continua entre el alumno y profesor a través del proyecto en la resolución de problemas.

Martí et al (2010) identificaron lo que conlleva aplicar un ABP bajo la incursión de las TIC, abriéndose un nuevo camino hacia la educación del s. XXI para generar nuevas habilidades y escenarios de aprendizaje:

- Nuevas competencias: Se supone un aumento de habilidades y nivel de conocimiento en los alumnos en una materia o área determinada. Se alcanza un nivel máximo de conocimiento, que junto a herramientas adecuadas puedes llegar a ser la persona con más conocimiento sobre el tema tratado.
- Desarrollo de capacidades de investigación: las distintas fases proyectuales fomentan la capacidad investigadora del alumno, lo que supone una motivación continua por el desarrollo y la idea a descubrir.
- Aumento de la capacidad de análisis y síntesis, especialmente cuando el proyecto está enfocado a que los estudiantes desarrollen habilidades.
- Aumento de la capacidad de concentración: Al tratarse de un ejercicio que se mantiene durante varias sesiones a lo largo del tiempo, requiere un esfuerzo continuado donde los alumnos verán incrementado nuevas habilidades o conocimientos.
- Aprendizaje y descubrimiento del uso de las TIC. Los alumnos aumentan el conocimiento de las TIC y lo que supone su utilización y manejo. Ayuda a descubrir nuevas herramientas que les llevan a otras. Se adquieren nuevas habilidades que les llevan al conocimiento de las nuevas tecnologías del aprendizaje.
- Se produce un aprendizaje de cómo evaluar y coevaluar. Los alumnos aumentan estas capacidades y se responsabilizan de su propio trabajo y proyecto a la vez que evalúan el trabajo de sus compañeros o grupo.
- Se produce un compromiso por el proyecto. Los estudiantes adquieren una gran motivación para alcanzar las metas. El uso de las TIC les compromete de forma activa para conseguir los resultados.

Las TIC les fomenta las capacidades por resolver problemas y realizar tareas de una forma independiente ajena a las instituciones educativas, creando nuevas propuestas que ayuden a potenciar la mente. El rol del profesor será clave en diseñar las unidades didácticas para que los estudiantes hagan un buen uso de las herramientas a utilizar.



Fuente: <https://blogs.upc.edu.pe/upc-para-colegios/noticias/taller-de-negocios-innovation-academy> (2017)

**Imagen 1.3. Ejercicio de Design Thinking en un proceso de ABP.**

En la imagen 1.3. se observa un ejemplo de aplicación de ABP en el que se utiliza la metodología de design thinking. A través de ella se intenta transmitir e impulsar la creatividad y la solución de problemas de una forma más innovadora.

Se realiza la actividad del proyecto a través de un ABP donde trabajan para potenciar la fase de ideación para posteriormente prototipar y realizar diferentes test mediante la experiencia. El ejercicio realizado fomenta nuevas habilidades, potencian la creatividad y el trabajo en grupo, para el desarrollo de un ejercicio aplicado a la vida o a un problema real.

#### *1.5.4.3 Metodología ABP para la resolución de problemas.*

Los ejercicios planteados para la resolución de problemas consiguen que el estudiante llegue a entender aspectos relacionados con el área de trabajo o conocimiento en el que se está aplicando.

Para cada ejercicio, planteamiento o actividad que se va a realizar dentro del proyecto, no existe ningún esquema estandarizado que se pueda seguir, sino que se irá adaptando a las necesidades que exige.

En este caso el profesor asume el rol de diseñador para la estructura del proyecto, planteando las temáticas iniciales, metodologías y tiempos. Son numerosos los ejemplos que se encuentran en la documentación, pero todos siguen un patrón común que indican los pasos a seguir de una forma generalizada a la hora de aplicar un proceso de ABP.

De cara al planteamiento de esta investigación para futuras hipótesis y puesta en marcha de las mismas, se centra en el trabajo de Sebastian et al (2013), donde se describe de una forma resumida y ampliada por otros autores los principios básicos de una metodología ABP para la resolución de un problema:

- **Definición del problema:** Los estudiantes adquirirán los conocimientos teóricos necesarios y el material y unidades didácticas necesarias para abordar los problemas. Una vez definido la problemática definirán los objetivos a realizar de forma grupal.
- **Formación de grupos:** Los estudiantes se organizarán en pequeños grupos de dos o tres personas para la búsqueda de una o varias soluciones del problema. Los distintos alumnos asumirán roles diferentes para conseguir estructurar el proyecto. Uno de ellos se encargará de ser el portavoz asumiendo la responsabilidad del grupo. Las responsabilidades que tomen cada uno de ellos, será realizada de forma aleatoria, intentando no repetirse y a su vez alternando diferentes compañeros con el fin de trabajar todos con todos. Esto, les obligará a enfrentarse a diferentes situaciones, opiniones, conflictos, debates etc. Favoreciendo de una manera muy notable al proyecto.
- **Resolución de problemas:** Cada mesa de trabajo trabajará para encontrar la solución al problema utilizando toda la documentación almacenada y analizada previamente y con las herramientas y recursos materiales y didácticos utilizados en el apartado de la definición del problema.
- **Exposición y debate:** Realizarán una exposición de lo trabajado durante el proyecto y lo debatirán junto a todos los componentes que han hecho el ejercicio. Se comparte información con otros grupos de cómo han llegado a la solución del problema y se comparan ideas de cuál es la mejor y que características presentan: beneficios, inconvenientes, ventajas, herramientas a utilizar, posibilidad de llevar a cabo o puesta en marcha, etc.
- **Conclusiones y evaluación:** El docente, que durante todo el proceso proyectual ha sido un guía, vuelve a su faceta de “transmisor de conocimientos”, aportando conclusiones a las distintas soluciones planteadas por los grupos. Se realizará desde un punto de vista teórico y objetivo basado en las distintas áreas educativas y en la experiencia de casos reales.

### **1.6. Caso Experimental.**

Durante el curso 2017 se experimenta con una muestra de 24 niños el uso de nuevas tecnologías en el sistema educativo. Para ello se diseña una metodología de desarrollo donde se integra en un proyecto de diseño, la creatividad bajo un enfoque multidisciplinar STEAM.

Este caso experimental queda reflejado en una publicación de la revista *International Journal of Education*. En el Anexo I se muestra el paper publicado y los resultados y conclusiones de la experiencia.

# Capítulo 2

## Design thinking como metodología creativa y curricular

### 2.1. La creatividad a partir del diseño.

La entrada al siglo XXI nos lleva al estudio de un nuevo paradigma en el área del conocimiento, lo que ha llevado a diferentes teóricos a replantear y proponer un nuevo sistema educativo desde diferentes puntos de vista, principalmente fundamentado en la separación histórica de las artes y las ciencias.

Aunque en la actualidad los proyectos en materia de aprendizaje tratan de forma independiente las materias, las nuevas metodologías en pedagogía sugieren un cambio para la unión de ambas.

La incorporación de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) han generado una revolución a la hora de entender este cambio en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Dirigen el día a día de una sociedad mixta; los que han nacido en este escenario tecnológico a mediados de los 90, llamados nativos digitales, y los que han tenido que adquirir conocimiento para adaptarse, conocidos como inmigrantes digitales (Prenski, 2008).

El desarrollo de las nuevas tecnologías, los sistemas informáticos y el creciente uso de internet, ha provocado una evolución en las prácticas pedagógicas y de enseñanza. Ha favorecido el uso de los distintos medios de información y comunicación por parte de los docentes fomentando así el desarrollo de nuevas formas de pensar y resolver problemas en un proceso de enseñanza a través de las tecnologías educativas.

Leinonen y Durall (2014), definen el término problema “[...] como aquellas situaciones que son difíciles de resolver ya que son incompletos, sus requisitos cambian constantemente y existen diversos intereses relacionados con los mismos”.

La manera de aportar soluciones a los problemas planteados requiere múltiples formas de pensar y todas ellas dirigidas a través de un grupo de personas que genera distintas ideas y a la vez nuevos problemas.

Muchos de estos problemas vienen generados por las nuevas prácticas del uso de las nuevas tecnologías en el contexto educativo. Según Mishra y Koehler (2008) los investigadores que trabajan para implementar nuevos planteamientos para resolución de problemas “[...] deben reconocer la complejidad de las situaciones en el ambiente educativo mediante el alumno, profesores y tecnología”.

La resolución de problemas sugiere una estrecha colaboración entre el uso de las nuevas tecnologías y el proceso para llevar a cabo las ideas y alcanzar los objetivos. Para ello, uno de los factores esenciales de la educación es ayudar a los alumnos en potenciar la faceta creativa y alcanzar soluciones.

Una de las opciones para hacer frente a los problemas, es hacer uso de metodologías basadas en el diseño. Según Leinonen y Durall (2014), pensar en diseño, comúnmente conocido como *design thinking*, se identifica como “[...] un enfoque significativo para hacer frente a los problemas, [...] convirtiéndose en una actividad exploratoria donde se comenten errores que posteriormente se solucionan”.

A lo largo de la historia, ya desde una edad muy temprana se ha demostrado con los niños su capacidad de creatividad y de innovación que poseen a la hora de resolver determinadas situaciones y problemas.

Robinson (2006), citado por Steinbeck (2011), destaca la necesidad de crear una línea educativa donde el desarrollo de problemas a partir de la creatividad sea eje fundamental; “[...] lamento que estemos educando personas al margen de sus capacidades creativas, [...] la creatividad resulta tan importante para la educación como la alfabetización, y deberíamos concederle el mismo estatus”.

Steinbeck (2011), plantea la necesidad de recuperar la creatividad y el pensamiento innovador en una educación donde predominan las nuevas tecnologías como herramientas de aprendizaje; “[...] los profesionales de la educación de todos los niveles del sistema educativo coinciden en que cada vez es más importante ayudar a los estudiantes a pensar de manera creativa y a comprender lo que hace falta para que las ideas innovadoras puedan hacerse realidad”.

La propia sociedad y la tecnología que se usa en el día a día demanda el diseño de un nuevo escenario donde los alumnos tengan opciones de aprendizaje a partir de habilidades propuestas por las nuevas herramientas y puedan generar ideas creativas e innovadoras.



Según varias prácticas descritas por González (2015), donde se “[...] estimula una mayor participación de los estudiantes, dando lugar a un trabajo motivador que favorece el pensamiento creativo e innovador, que potencia su autonomía y facilita el aprendizaje de competencias transversales, [...] a través de un aprendizaje basado en proyectos (ABP) e incorporando técnicas de *design thinking*.

Llevar a cabo la integración de técnicas del área de la creatividad y del *design thinking*, los estudiantes estarán capacitados para desarrollar nuevas ideas o conceptos, construirlos y llevar a cabo una experimentación basándose en los conocimientos adquiridos en las aulas (Brown, 2014).

## **2.2. Aproximación a *Design thinking*.**

A comienzos del s. XXI el concepto pensamiento de diseño o *design thinking* ha experimentado un crecimiento en materia de innovación estratégica, siendo cada vez más los usuarios que participan de ella (Brown & Kätz, 2009). Los autores lo identifican como un proceso para hacer frente a la resolución de problemas complejos.

Es el propio Brown (2008), uno de los principales valedores e impulsor del concepto *design thinking* en s. XXI que lo define como “[...] una disciplina que utiliza la sensibilidad y los métodos del diseñador para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente viable y lo que una estrategia comercial viable puede convertir en valor para el cliente y oportunidad de mercado”.<sup>24</sup>

Desde un punto de vista académico podemos resumir el concepto *design thinking* como una estrategia o metodología enfocada a la resolución de problemas, priorizando en aquellos que aún están poco o nada definido, centrado en el usuario y con múltiples posibilidades para su solución.

De acuerdo con Castillo y Luz (2016), “[...] combina empatía por el estudio de personas, la inmersión en el contexto de un problema, la creatividad en la generación de ideas y soluciones, y un enfoque experimental basado en datos para la evaluación de la cantidad de las soluciones.

Son varios los autores Brown (2008), Johansson & Woodilla (2010), Ruiz Cartagena (2016), Burnette (2016) que interpretan el concepto desde tres perspectivas y ámbitos diferentes:

- *Design thinking* desde la perspectiva del diseño de producto: tiene sus inicios a mediados del s. XX donde adquiere el diseño un enfoque de desarrollo de proyectos orientados a la ciencia, ingeniería y arquitectura.

---

<sup>24</sup> Tim Brown es presidente y director ejecutivo de IDEO, una firma de diseño e innovación galardonada. Asesora a altos ejecutivos y miembros de las juntas directivas de compañías Fortune 100. Fuente: <http://bsili.3csn.org/files/2013/06/change-by-design-brown-e.pdf>. Revisado en: 12/12/2018

- *Design thinking* desde la perspectiva de estrategia comercial y de servicios: comienza su andadura a principios del s. XXI, cuando se establece una serie de estrategias y metodologías provenientes de la idea tradicional del diseño aplicadas a un problema. De acuerdo con Ruiz Cartagena (2016) “[...] el concepto de *design thinking* trasciende en ese momento de la idea tradicional del diseño y comienza a utilizarse como forma de trabajo para innovar estratégicamente y crear valor en la empresa”.
- *Design thinking* desde la perspectiva educativa: en la última década se registran las primeras experiencias dentro de los centros educativos. Se produce una evolución dentro de las escuelas dando lugar a las primeras estrategias para su implementación.

Para hablar de *design thinking* hay que entender el concepto diseño desde una perspectiva de “forma de pensar”. Se podría decir que los principios básicos de este enfoque siempre han existido desde la evolución del ser humano: pensar, observar, experimentar y prototipar para obtener varios resultados a un problema.

A continuación, se realiza una breve aproximación histórica de la evolución del concepto y de los principales actores que han intervenido:<sup>25</sup>

· 1950-1959

El concepto de diseño como forma de pensar puede remontarse a mediados del s. XX donde Buckminster Fuller<sup>26</sup> propulsó en Massachusetts Institute of Technology (MIT) unos laboratorios para aplicar métodos científicos y conseguir diseños formales. Entendía la innovación desde la multidisciplinariedad de equipos compuestos por ingenieros, diseñadores, científicos y químicos. Según Fuller, “[...] un diseñador es una síntesis emergente de artista, inventor, mecánico, economista objetivo y estrategia evolutivo”.

En ese mismo tiempo coincidieron Osborn A. con la teoría del *brainstorming* y con Gordon J. donde estableció la metodología llamada creatividad operacional, conocida actualmente como los insights (Szczepanska, 2017).

John Arnold propone la necesidad de mejorar las capacidades creativas y de ingeniería en los diseñadores. Para ello Fuller y Gordon llevan a cabo el primer curso denominado *Processes for design solving* (Brown & Kätz, 2009).

---

<sup>25</sup> De acuerdo a este estudio de investigación se realiza una aproximación del concepto *design thinking* para analizar y documentar su aceptación en el entorno educativo en la última década del s. XXI

<sup>26</sup> R. Buckminster Fuller fue un renombrado inventor y visionario del siglo XX nacido en Milton. No se limitó a un solo campo, sino que trabajó como un “científico de diseño de anticipación integral” para resolver los problemas globales relacionados con la vivienda, el transporte, la educación, la energía, la destrucción ecológica y la pobreza. A lo largo de su vida, Fuller obtuvo 28 patentes, escribió 28 libros y recibió 47 títulos honorarios. Fuente: <https://www.bfi.org/about-fuller>. Revisado 07-10-2018

Comienza una época donde el proceso de diseño evoluciona hacia una metodología más completa, integrando técnicas creativas, de investigación y análisis. La figura del diseñador evoluciona y muestra interés.

A finales de la década, en 1957 el MIT incorpora al diseñador industrial Mckim B. introduciendo el concepto de diseño centrado en las personas a partir de la psicología experimental.

· 1960-1969

Siguiendo los planteamientos heredados por la escuela Bauhaus, Bruce Archer publica el 1964 el libro *Systematic Methods dor Designers*, donde manifiesta la necesidad de que el diseño se convirtiese en una disciplina de aprendizaje independiente. En ese mismo año Christopher Alexander evoluciona la metodología del diseño hacia un racionalismo que dependía de las ciencias, es decir, segmentaba los problemas complejos en esenciales y lógicos para encontrar soluciones concretas (Vega, 2018).

En 1969 comienza un enfoque de como se debe pensar entorno al diseño. Herbert Simon publicó el libro, *The Sciences of the Artificial*, donde cita “[...] el ingeniero, y más concretamente el diseñador, está preocupado por cómo deben ser las cosas y cómo deben formarse para alcanzar los objetivos” (Szczepanska, 2017).

Se establecen las primeras bases para el desarrollo de metodologías y estrategias relacionadas con el diseño y cómo funciona el proceso de creatividad mental del diseñador y cómo puede mejorarse (Ruiz Cartagena, 2016).

En esta línea Vega (Vega, 2018) destaca que Nigel Cross y Donald Schön investigaron procesos de diseño y como los diseñadores lo llevaban a cabo, “[...] observaban cuando trabajaban solos y cuando lo hacían en equipo, tomaban nota de condiciones, de sus hábitos individuales y colectivos y, lo más importante, de la mentalidad que los diseñadores empleaban para proponer ideas creativas.

· 1970-1979

En los inicios de los años 70 Viktor Papanek publica el libro “Design for the Real World”, integrando la antropología como una práctica de diseño y con carácter social y ecológico.

Papanek (1972) dijo que “el diseño debe ser una herramienta innovadora, altamente creativa y multidisciplinaria que responda a las necesidades de los hombres. Debe estar más orientado a la investigación, y debemos dejar de profanar la tierra con objetos y estructuras mal diseñados”.

En 1973 Rittel y Webber desarrollaron el término “Wicked Problem” donde trataron de definir la teoría del diseño a través de metodologías ya establecidas de diseño. Una de las principales defensas de su discurso era la importancia que adquiere la experiencia y la percepción humana a la hora de diseñar. Por primera vez se puede hablar de diseño de experiencias.

Según Rittel y Weber (1973), “la mayoría de la investigación sobre creatividad y métodos para resolver problemas se ha centrado aquellos que son fáciles de manejar y controlar. Desafortunadamente poco se sabe sobre el tratamiento de problemas perversos, [...] todo problema de planificación es esencialmente perverso, y la planificación de primera generación sirve, en mayor o menor medida, para problemas domesticables”.

· 1980-1989

A principio de los años 80 surge la figura del investigador Nigel Cross. Se caracteriza por investigar y analizar la forma en que los diseñadores piensan y toman decisiones diferentes a las que toman en otras especialidades. Escribió las bases iniciales para el desarrollo del concepto *design thinking* (Szczepanska, 2017).

Cross (1982), describe en su libro *Designerly ways of Kowing*, “[...] todos pueden, y lo hacen, diseñar. Todos diseñamos cuando planeamos que suceda algo nuevo, ya sea una nueva versión de una receta, una nueva disposición de los muebles de la sala de estar o un nuevo recorrido por una página web personal. [...] Así que el *design thinking* es algo inherente en la cognición humana”.

Un año después Donald Schön implementa el concepto de reflexión para llevar a cabo un proyecto hacia el éxito. Su método influyó de una manera significativa en el campo del diseño. Schön (Schön, 1983) destaca que “[...] el profesional reflexivo se permite experimentar sorpresa, perplejidad o confusión en una situación que encuentra incierta o única. Reflexiona sobre el fenómeno que se le presenta y sobre los entendimientos previos que han sido implícitos en su comportamiento. Lleva a cabo un experimento que sirve para generar tanto una nueva comprensión del fenómeno como un cambio en la situación”.

A finales de la década de los 80, Peter Rowe (1987), escribe el primer libro bajo la denominación de *design thinking* donde describe métodos y enfoques relacionados con entornos de arquitectura y planificación urbana (Castillo Díaz & González-Bañales, 2016).

· 1990-1999

Durante la última década del s. XX comienza el auge del concepto *design thinking*. Se produce una expansión del trabajo realizado por Robert Mckim en los años anteriores en la Universidad de Stanford divulgando el concepto de enseñanza “*design thinking* como método creativo”.

En 1991 David Kelley junto con Bill Moggridge, funda la empresa IDEO<sup>27</sup> en Palo Alto, California. Logra popularizar los términos de *design thinking* y human-centered design y establecer los primeros programas educativos en la Universidad de Standford.

---

<sup>27</sup> En el apartado 1.5 se realiza una aproximación de IDEO desde sus orígenes a la aplicación del *design thinking* en el sistema educativo.

La clave del éxito de IDEO fue el desarrollo de una metodología de innovación basada en el *design thinking* para abordar retos y búsqueda de soluciones.<sup>28</sup>

Kelley junto a su hermano Tom (Kelley & Kelley, 2013) describieron que la “[...] creatividad no es un extraño regalo que puedan disfrutar unos pocos afortunados: es una parte natural del pensamiento y del comportamiento humano. En muchos de nosotros esa capacidad se bloquea, pero hay formas de liberarla. [...] desbloquear esa chispa creativa puede tener implicaciones de gran alcance para la persona, la organización y la comunidad”.

Bill Moggridge destacaba la importancia de la revolución industrial y la incorporación de las nuevas tecnologías dentro del ámbito empresarial, produciéndose un gran cambio en los métodos de diseño (Vega, 2018).

Dentro del programa propuesto por IDEO destaca la figura de Tim Brown<sup>29</sup>. Describe en su libro (2008) que “[...] para sobrevivir en el complejo mundo de hoy, las organizaciones necesitan generar, aceptar y ejecutar nuevas ideas. Eso requiere creatividad y una fuerza laboral con capacidad creativa”.

Otra colaboradora de la empresa IDEO es la diseñadora Jane Fultun Suri, en la que implementó distintas técnicas de observación y de experiencia a través del prototipado (Szczepanska, 2017).

Buchanan (Buchanan, 1992) redacta una publicación bajo el nombre “Wicker Problems in *Design thinking*”. Realiza un enfoque de que pasos hay que llevar a cabo para alcanzar la innovación y cómo aplicarla, “[...] el diseño como profesión es "integrador", tal vez debido a su falta de especializaciones, tiene el potencial de conectar muchas disciplinas”.

En 1999 surge el nombre de Elizabeth Sanders como pionera en el diseño aplicado. Destaca por ser la creadora de herramientas y técnicas para diseñar entorno a la persona, “[...] esta revolución del diseño centrado en el ser humano nos está haciendo repensar el proceso de diseño. Para impulsar la revolución del diseño centrado en el ser humano, tenemos que aprovechar la imaginación y los sueños no solo de los diseñadores, sino también de la gente común. Están surgiendo nuevos espacios de diseño en respuesta a las necesidades de creatividad de las personas comunes” (Szczepanska, 2017).

---

<sup>28</sup> En el capítulo 2 se realiza una revisión del concepto *design thinking* a través de IDEO, sector empresarial clave para su desarrollo académico.

<sup>29</sup> Tim Brown, diseñador industrial y CEO de IDEO, se ha convertido en los últimos años en uno de los principales exponentes y divulgador del concepto *design thinking*. Destaca como un referente desde una perspectiva de innovación empresarial. Fuente: (Vega, 2018)

· S. XXI

La entrada al nuevo siglo viene marcada por una revolución digital y la aplicación de las nuevas tecnologías. El bienestar social, la sensibilidad y sostenibilidad comienza a ser una estrategia aplicadas en el sector empresarial.

En 2002 emerge Alastair Fuad-Luke, actualmente reconocido consultor de diseño sostenible, donde se describe como un guía en procesos de diseño emergentes. Destacan sus proyectos por la participación en grupo, la colaboración y el co-diseño<sup>30</sup>. El autor cita que “[...] hoy día, los diseñadores pueden hacer más para frenar la degradación ambiental que los economistas, los políticos, las empresas, e incluso que los ecologistas. El poder de los diseñadores es catalizador” (Fuad-Luke, 2002).

En 2003 surgen otros autores que promueven el diseño participativo y el camino hacia la sostenibilidad. Un ejemplo es Ezio Manzini<sup>31</sup>, fundador del proyecto DESIS. En su libro “Sustainable everyday, scenarios of urban life” (2003), hace referencia al papel del diseñador como mediador y crear estrategias que inicien un cambio en los estilos de vida para alcanzar un bienestar y una vida sostenible; “[...] el enfoque no está en la tecnología que consiste en remodelar las funciones tradicionales, sino en las estrategias de vida emergentes que están siendo posibles”.

En su libro “Cuando todos diseñan” (2015), destacó la figura del diseñador como un guía en el proceso de diseño cuando careces de la formación necesaria.

Esta capacidad de incorporar estrategias de diseño para solucionar problemas en el entorno estratégico y de gestión empresarial pronto se hizo eco de cómo poder llevar a cabo desde una perspectiva académica y de aprendizaje. Surge así, la d.School en la Universidad de Stanford o la British School para un aprendizaje basado en el *design thinking*.

En 2008 Deborah Szebeko funda la empresa de diseño social Thinkpublic haciendo referencia a la importancia de los equipos multidisciplinares en los procesos de diseño. Siguiendo una estrategia marcada por la d.school mantiene un enfoque de co-diseño y de temas sociales; “[...] “Utilizamos una mezcla de procesos de diseño. Tenemos una diversidad de diseñadores, incluidos diseñadores de servicios, diseñadores gráficos... [...] Esta diversidad de expertos trae diferentes técnicas relacionadas con sus disciplinas, y esta mezcla crea un proceso de diseño único, lo llamamos un proceso de co-diseño, mediante el cual capturamos las opiniones del público” (Van Tyne, 2018).

---

<sup>30</sup> El co-diseño también es conocido como diseño participativo y consiste en incorporar en el proceso a las personas que utilizarán el producto o servicio, así como también a todas las personas implicadas en él. Universitat Oberta de Catalunya (2018). Fuente <http://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/codisenio/>. Revisado 17-12-2018.

<sup>31</sup> Ezio Manzini es un diseñador, profesor e investigador. A principios del s. XXI fundó DESOS dedicada al diseño para la innovación social, convirtiéndose de esta manera en un referente de la sostenibilidad. Entre sus teorías destaca el diseño debe proponer soluciones creativas y crear significados que propicien una sociedad sostenible. Fuente: <https://www.experimenta.es/tienda/libros-venta/ezio-manzini-cuando-todos-disenan/>. Revisado 07-02-2019.

Son varios los autores, referencias del diseño y del entorno empresarial que destacan la importancia que adquiere el *design thinking*. Moggridge (2007) reconoció el potencial de la metodología para abordar desafíos tanto por diseñadores y no diseñadores y como abordar el término innovación a través del diseño.

Donald Norman (2014), también reconoció la capacidad de esta metodología como una poderosa herramienta cuando es bien aplicada ya que permite tanto desde una perspectiva empresarial y académica, alcanzar soluciones sin cuestionar las distintas fases del proyecto.

En la misma línea que mantiene Manzini, se puede destacar Kees Dorst, impulsor del “frame innovation” (2015). El autor describe un escenario para la innovación a partir de la resolución de problemas mediante “la creación de marcos de referencia”. Esta se caracteriza no solo por centrar la atención en generar soluciones, sino en la capacidad de crear nuevos enfoques para la situación del problema en sí. Dorst proporciona herramientas y métodos para implementar la creación de marcos como un manual o guía que ayude a los profesionales a desarrollar sus propios enfoques.

De acuerdo con el teórico del diseño Charles Burnette (2018), el *design thinking* se puede aplicar en otros escenarios más allá del mundo del entorno de los negocios y de las escuelas de diseño.

Esta puede ser aplicada desde un enfoque curricular en una educación temprana y que, junto con la revolución digital y la introducción de las nuevas tecnologías, puedan ayudar a una evolución del diseño.

### **2.3. Introducción. Aproximación del *design thinking* en el entorno educativo y tecnológico.**

Hablar de *design thinking* en un marco educativo es incidir en la idea de que el estudiante debe pensar y actuar de manera creativa y entender lo que necesita para que las ideas innovadoras puedan llevarse a cabo.

Uno de los retos a los que se enfrenta la educación es que son varias las investigaciones que muestran que el niño es creativo por naturaleza, pero va perdiendo esa capacidad a lo largo del tiempo si no es gestionado correctamente.

Las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) y las tecnologías para el aprendizaje y conocimiento (TAC) han generado un nuevo paradigma educativo donde los profesores y las instituciones educativas deben plantearse escenarios docentes y por lo tanto ejercicios y metodologías que guíen a una adecuada formación y generación de conocimiento. Para ello es esencial gestionar y hacer buen uso de los nuevos medios de comunicación digitales y las herramientas tecnológicas en las competencias curriculares.

Desde un análisis general se puede percibir que las TIC han influenciado la comunicación entre las personas, conectándose entre sí y generando empatía. Según Seguel (2018) dijo que, “[...] el *design thinking* basa su metodología en la empatía, por eso cada vez se aplica más en las empresas, dando un lugar de importancia a las personas y sus historias. Hoy, ningún producto se crea a partir de la nada, sino que se crea según las motivaciones de una sociedad cada vez más hermética”.

Según Charles Burnette (2018) en una entrevista para la revista *Experimenta* dijo que el *design thinking* en pleno s. XXI se caracteriza por ir más allá de ser una fórmula para alcanzar fines comerciales y debe ser ampliada en otras áreas como por ejemplo las curriculares; “[su aportación es esencial para mejorar la forma en que aprendemos y pensamos, para dar forma a ideas, productos, comunicaciones y servicios, a experiencias, conocimientos que, finalmente, contribuyen al bienestar personal, social y ambiental”.

Las nuevas tecnologías educativas marcan el ritmo de una nueva educación digital que sugiere nuevos escenarios y métodos de aprendizaje. De acuerdo con Burnette (2018) las instituciones educativas todavía no están preparadas para respaldar la integración de un proceso de *design thinking*.

Como se ha visto en el punto anterior, el enfoque *design thinking* se entiende por un lado desde disciplinas provenientes del área del diseño y la ingeniería y por otro, desde el entorno empresarial, comunicación y estrategia. Se plantea una investigación para abordar el concepto *design thinking* desde una perspectiva más amplia en el entorno educativo, y como puede integrarse y complementarse con otros métodos de aprendizaje y con la integración de nuevas herramientas tecnológicas.

En un estudio realizado en la Universidad de Stanford por Reinhold Steinbeck (2011), destacaba ya la capacidad de aplicar *design thinking* para llevar a cabo una transformación y una integración del concepto diseño dentro del sistema educativo; “[...] hay varios indicadores que sugieren que la metodología del *design thinking* y la pedagogía para la innovación en el diseño tal como se han implementado en la Universidad de Stanford pueden fomentar la confianza y la capacidad creativa de los estudiantes, e impulsar la innovación en otras disciplinas, otros entornos y otras culturas”.

Según Ferreiro (2008) el entorno educativo estará rodeado de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) y afirma que sin éstas no se podrá llevar a cabo una educación.

Según Méndez J. M. & Delgado M., (2016) las TIC se presentan como un recurso más motivador para el alumnado que para el profesorado, aunque ambos reconocen que no rompen con el diseño tradicional del proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que ofrecen la oportunidad de trabajar con recursos diferentes. “[...] podríamos afirmar que es un signo de creatividad e innovación en cuanto al diseño de nuevas estrategias metodológicas y de nuevas actividades; que favorece el acceso a nuevos contenidos didácticos y a la elaboración de trabajos mucho más atractivos y actualizados; y que ofrece mejores



oportunidades para optimizar la comunicación y la relación entre los miembros de la comunidad educativa al externalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje”.

Según Burnette (2018), se puede llegar a establecer esta unión ya que desde los inicios del concepto *design thinking* a mediados del s. XX hasta la actualidad han intervenido múltiples factores y herramientas que han ido definiendo y estableciendo un enfoque de cara a una aplicación en el currículo educativo.

En la entrevista concedida dijo que “[...] desde los años 60 se ha ido tomando cuerpo de una teoría de *design thinking* que hunde sus raíces en diversas fuentes: de una parte, el diseño arquitectónico e industrial, los sistemas de información o la programación informática orientada a objetos han tenido un papel muy relevante; de otra, la dinámica de grupos, la gestión del diseño, las necesidades e intereses interdisciplinarios, pero también la educación misma ha contribuido a su desarrollo”.

Brown desde IDEO (2014) define el *design thinking* como “[...] una aproximación a la innovación poderosa, efectiva y accesible que puede ser integrada en todos los aspectos de la sociedad”.

Esto hace indicar la necesidad de una intervención del diseño dentro del panorama educativo a través de las distintas competencias transversales. Además, Burnette (2018) dijo que “[...] los contenidos se han aplicado en diversas áreas, [...] pero también al diseño curricular, a la capacitación docente, la educación de posgrado, a la investigación y al desarrollo de un sistema digital que pueda ayudar al diseño y a la evaluación”.

Durante los últimos 15 años la metodología *design thinking*, se estado vinculado con la forma de pensar y actuar de los diseñadores y ha evolucionado constantemente al ritmo de las nuevas tecnologías convirtiéndose en una herramienta muchas veces indispensable para la innovación empresarial, académica y educativa (Olsen, 2015).

Desde un punto de vista general y académico – educativo se está aplicando desde una perspectiva de investigación para la generación de soluciones a problemas para la búsqueda de la innovación en el currículo educativo.

Según Castillo y González – Bañales (2016) el *design thinking* encuentra su vinculación con los procesos de investigación educativa al permitir buscar nuevas aristas a problemas actuales dando paso a nuevas estrategias y métodos educativos.

A continuación, se realiza una aproximación del concepto *design thinking* en el marco educativo a partir de los principales referentes y cómo ha ido evolucionando e integrando en las principales escuelas del mundo. Destacan tres modelos relacionados con el *design thinking*:

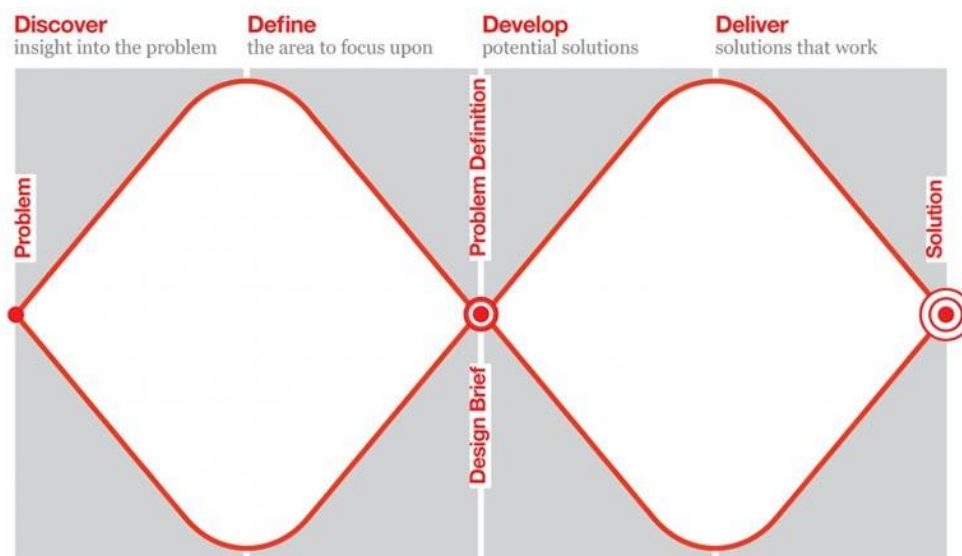
- British School: Proceso de Doble Diamante.
- IDEO: Las tres fases superpuestas del pensamiento de diseño.
- d.School: Los cinco pasos del pensamiento.
- Modelo de diseño de Roberta Tassi: Service Design Tools.

## 2.4. Design Council: Doble diamante.

El *Design Council* de Gran Bretaña fue fundado a finales de 1944 por Winston Churchill, con el propósito de recuperar la situación económica del país una vez finalizada la segunda guerra mundial. El objetivo principal era promover por todos los medios la mejora del diseño en los productos de la industria.

Su propósito a lo largo del s. XX ha sido abordar los retos que demandaba la sociedad británica estableciendo un enfoque basado en el diseño y conseguir así mejoras en la vida social, calidad de vida y reforzar la situación económica del país como uno de los principales objetivos (Weir, 2018).

En la actualidad, el Design Council defiende la idea de que todas las disciplinas del diseño comparten el mismo proceso creativo al que han denominado, el sistema del “doble diamante” (imagen 2.2).



Fuente: <https://www.designcouncil.org.uk/resources>. Revisado 18-12-18

**Imagen 2.1. Enfoque Doble diamante. Design Council.**

El método del doble diamante ha sido referencia e influencia para el desarrollo de nuevos métodos y herramientas de diseño utilizado en gran parte del mundo. Aguilar (2017) destaca que la importancia de este enfoque del diseño es la intención de aplicar el método como una política de estado. Los principales enfoques que aborda son las siguientes:

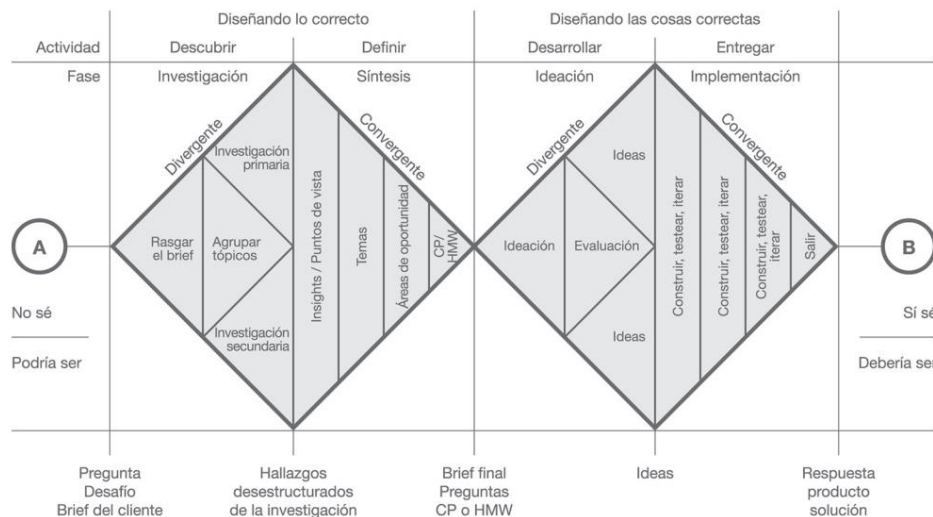
- Reforzar a las pequeñas y grandes empresas a partir de la innovación.
- Favorecer la investigación científica y tecnológica.

- Promover los espacios sostenibles a través de métodos de diseño que genere espacios donde la sociedad quiera vivir y trabajar.
- Transformar las políticas públicas sociales con el fin de mejorar los servicios a partir del usuario.

Norman (2014), ya destacó la importancia del método doble diamante como un proceso de diseño centrado en las personas que comienza con una empatía y del entendimiento con ellas y de las necesidades que el diseño intentará satisfacer.

Desde la Universidad Hyper Island (2016) hacen referencia al doble diamante como un método de creatividad para el desarrollo de crear cosas continuamente y marcar una diferencia positiva en las formas de vida.

Son varios los autores que han desgranado el método doble diamante. En la imagen 2.2 se puede observar un ejemplo de un desarrollo realizado por Nessler (2016). Este está basado en la observación del usuario y en el proceso de *design thinking* de IDEO y la d.School.



Fuente: Como aplicar el *design thinking*, diseño centrado en personas, experiencia de usuario o cualquier proceso creativo desde cero. Nessler (2016). Revisado 18-12-18

**Imagen 2.2. Enfoque Doble diamante Renovado.**

Desde un punto de vista académico, el Design Council (2015) define que los diseñadores provenientes de distintas disciplinas comparten enfoques y métodos similares al proceso creativo propuesto en el doble diamante.

Para ello, describen el proceso creativo como la capacidad de crear una serie de ideas posibles (pensamiento divergente) antes de plantear y definir la idea que mejor

represente la solución (pensamiento convergente), formando de esta manera la forma del doble diamante.

El fin del método es a través de las ideas, confirmar la definición del problema y otra crear la solución al problema. Para ello propone 4 etapas en el proceso de diseño para hacer frente a los desafíos.

- Descubrir: Es la capacidad de observar al usuario, mercados, estrategias y procesos con los que identificar los problemas o necesidades a resolver. Se fomenta la capacidad de trabajo en grupo de distintas disciplinas con el fin de tratar de ver la problemática desde distintos puntos y recoger todas las ideas que sean posibles.
- Definir: La segunda parte trata sobre la definición a la problemática. Los diseñadores tratan de dar sentido a todas las posibilidades identificadas en la fase de descubrir. A continuación, y como objetivo de etapa es el desarrollo de un *brief* de carácter creativo que contemple fundamentos del proyecto que se va a llevar a cabo.
- Desarrollar: Es la fase donde se desarrollan soluciones a las ideas planteadas. Se generan prototipos o maquetas para comprobar su funcionamiento o viabilidad. Es una fase donde se experimenta a partir de prueba-error con el fin de ayudar a los diseñadores a mejorar y redefinir sus ideas.
- Entregar: La última fase del doble diamante es la fase de la entrega, donde finaliza el proyecto y está preparado para ser presentado, producirlo y lanzarlo al mercado.

## **2.5. Inicios del *design thinking*. IDEO: Camino hacia la innovación educativa.**

Es variada la lectura académica que indica a la empresa IDEO como el inicio del camino hacia la innovación y creatividad a partir del desarrollo del concepto *design thinking*.

IDEO es una organización internacional y consultoría de diseño que fue fundada en Palo Alto, California en 1991 por Tom Kelley. Desde sus inicios se le atribuye la popularización del término *design thinking* y Human Centered Design (Vega, 2018). Formado como una empresa y catalogada como uno de los centros más innovadores del mundo, mantiene un estrecho vínculo con la Universidad de Stanford, en California.

La diferencia con otras empresas radicaba en el hecho de que Kelley compuso un grupo multidisciplinar atrayendo a personas relevantes del momento de diferentes ámbitos profesionales y académicos. Consiguiendo así lanzarse a un mercado y ser altamente reconocido como un referente a través de varios premios internacionales.

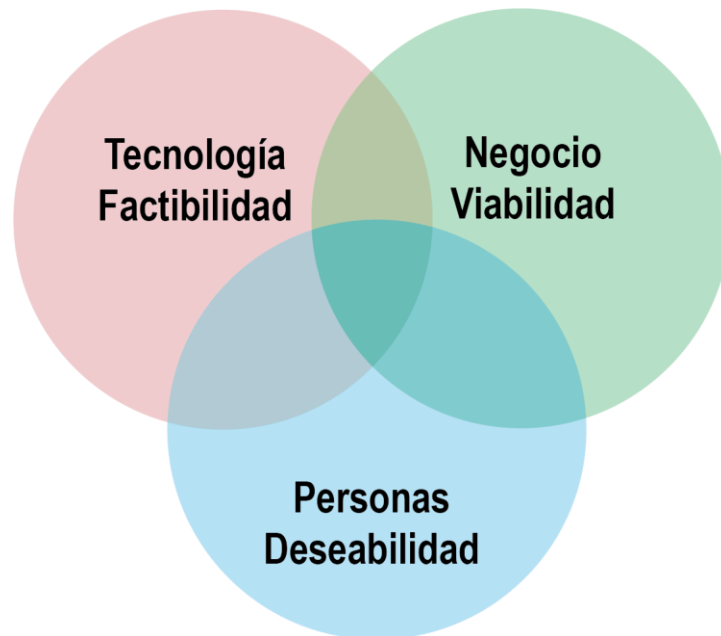
La clave del éxito de IDEO fue el desarrollo del método de innovación *design thinking* como un camino que guía a los retos en búsqueda de soluciones. Kelley en una de sus conferencias citado por Ortega y Ceballos (2015), traduce el concepto de la siguiente

forma: “[...] pasamos de pensar en nosotros mismos como diseñadores a pensadores del diseño. [...] desarrollamos una metodología que nos permite encontrar soluciones de una manera que no se ha realizado hasta ahora”.

Desde un sentido generalista el diseño se caracteriza como un proceso en el que se habla de la acción de pensar en diseño y no en el propio diseño como tal. Desde IDEO el *design thinking* se entiende desde la observación de la persona respecto del producto para poder alcanzar el desarrollo del mismo.

Tim Brown (2009), además, define el *design thinking* como una disciplina con “[...] un enfoque de la innovación centrado en el ser humano que se basa en el conjunto de herramientas del diseñador para integrar las necesidades de las personas, las posibilidades de la tecnología, y los requisitos para el éxito empresarial”.

En la imagen 2.4. se observa el diagrama desarrollado por Brown haciendo referencia a cómo implementar el *design thinking* en sectores o áreas que no pertenecen al marco propio de diseño.



Fuente: Elaboración propia

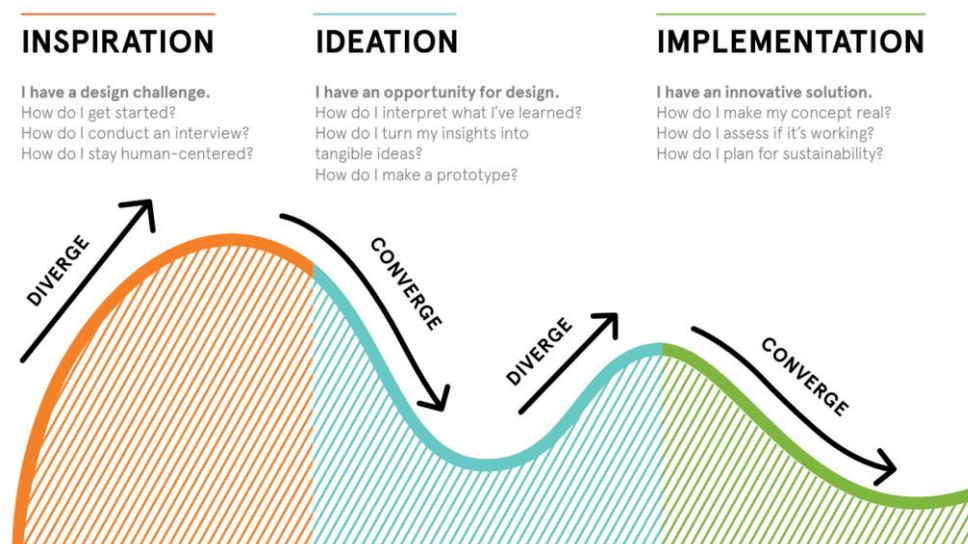
**Imagen 2.4. Esquema *design thinking*. Brown (2009)**

Según Ortega y Ceballos (2015) una de las principales bases establecidas como marco metodológico es que “[...] las buenas ideas surgen de un proceso creativo participativo, donde colaboran en la búsqueda de soluciones, los empleados, los clientes, proveedores y profesionales de distintas disciplinas”.

Se establece un cambio en el paradigma de búsqueda de soluciones para las empresas. Ya no basta con contratar a un empleado diseñador, sino que “[...] directivos y empresarios tendrían que convertirse en diseñadores”.

Para ello Brown (2009) establece las tres fases superpuestas del pensamiento de diseño argumentando como “[...] un proceso creativo de descubrimiento centrado en el ser humano seguido de ciclos iterativos de creación de prototipos, pruebas y refinamiento”.

En la imagen 2.5. se puede observar las tres fases que lo componen convirtiéndose en la antesala para establecer los criterios que posteriormente definirá la d.School para una educación basada en *design thinking*.



Fuente <https://cdn.evbu.com/eventlogos/160332149/designthinkingphases.png>. Revisado 09-11-2018

**Imagen 2.5. Proceso *design thinking* por IDEO. Brown (2009)**

Se presenta este concepto como tres fases a desarrollar en vez de convertirse en una secuencia de pasos a realizar. Las fases son las siguientes:

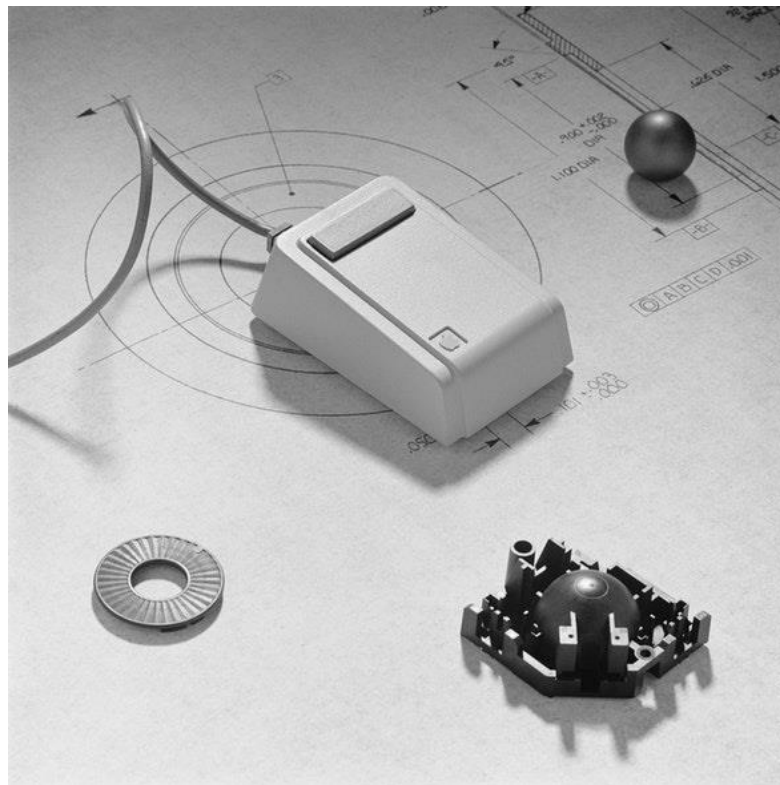
- **Inspiración:** Corresponde al análisis del problema. Se realiza un estudio del usuario para observar a las personas y conocer sus acciones y pensamientos. Una vez que se han deducido, se obtiene una perspectiva más amplia del problema.
- **Ideación:** Se considera que aumenta el nivel de motivación por la búsqueda de la idea cuando se comienza a buscar las soluciones mientras se define el problema. Esta fase permite la experimentación para la resolución de problemas.

La experimentación a base de prototipos determina la calidad y lo fuerte que pueda llegar a ser la idea.

- Implementación: La última fase implica lo importante que es la comunicación el sentido de la idea para poder sobrevivir en el mercado. Brown sugiere la creación de prototipo de muy alta calidad.

Brown y Wyath (2010) definen el ideal de pensamiento en diseño que se realiza en IDEO como una fusión entre el diseñador David Kelley, que creó el primer *mouse* para Apple Computer (imagen 2.6.) en 1992 y Bill Moggridge que creó el primer ordenador portátil (imagen 2.7.). Destacan otros productos centrados en el usuario como por ejemplo los cepillos de dientes de Oral-B, las sillas Steelcase o el asistente personal digital Palm V.

Los autores definen en la publicación que “[...] estos son los tipos de productos que se muestran en las revistas que presentan los estilos de vida o en los pedestales sobre los museos de arte moderno”.



Fuente: <https://www.ideo.com/case-study/creating-the-first-usable-mouse>. Revisado 09-11-2018

**Imagen 2.6. Primer ratón Apple Computer. David Kelley. (1992)**



Fuente: [https://www.parentesis.com/noticias/educacion/Especial\\_Historia\\_de\\_las\\_Laptop](https://www.parentesis.com/noticias/educacion/Especial_Historia_de_las_Laptop). Revisado 09-11-2018

**Imagen 2.7. Grid Compass 101. Bill Moggridge (1982)**

La entrada al s. XXI supuso una época en que la innovación tecnológica a través del *design thinking*, se convertía en una fuente de inspiración y diferenciación estratégica. Brown en su libro *Change by Design* (2009) consiguió llevar a cabo la unión de los métodos del diseño a las nuevas formas de comunicación e interacción que marca la tecnología (Vega, 2018).

La revolución digital comenzaba a marcar las pautas del desarrollo de nuevos productos, lo que suponía un cambio en los estilos de vida de la sociedad. Bill Moggridge recogía en su libro *Design Interaction* (2007) la necesidad de la unión del diseño con las nuevas tecnologías emergentes.

En la revista *Experimenta*, el autor Vega (2018) describe una visión de las entrevistas descritas por Moggridge (2007) con Douglas Engelbart, Will Wright, Terry Winograd, Larry Page, Sergey Brin, entre otros de cómo los métodos de diseño han llegado al terreno empresarial gracias a la revolución digital comenzada a finales del s. XX: “No creo que nadie haya explicado a la gente lo que realmente es el diseño. A la mayoría no le da por pensar que todo está diseñado, que cada edificio y todo lo que tocan está diseñado. Incluso los alimentos están diseñados ahora. En el proceso de ayudar a las personas a entender esto, haciéndoles más conscientes del hecho de que el mundo que nos rodea es algo de lo que alguien tiene control, quizás también puedan sentir algo de control”.

En la imagen 2.8. se puede observar una experiencia llevada a cabo con los usuarios y el producto. Se observa a un grupo de diseñadores expertos, experimentar con el producto a través de las lentes estéreo.





Fuente: Photo by Joe Watson from IDEO

**Imagen 2.8. Experimentación a partir de las gafas estéreo. IDEO.**

A principios del s. XXI, IDEO se hace cada vez más fuerte en un marco de innovación marcado por el desarrollo y el diseño. Una fundación de tratamiento para la salud con más de un siglo de antigüedad, contrató a IDEO para reorganizar toda su estructura empresarial y de fabricación para establecer una estrategia para comprender los deseos de sus clientes.

Todas estas prácticas llevadas a un terreno de innovación social, producto y tecnológico llegaron al interés de la Universidad de Stanford, dando lugar a la creación de un entorno de aprendizaje alternativo al de las aulas tradicionales (Yépes, 2013). Nace el primer instituto de aprendizaje en el marco del *design thinking*.

## 2.6. d.school: Universidad de Stanford.

### 2.6.1. Orígenes d.school.

El proyecto Hasso Plattner Institute of design o comúnmente reconocida como d.school, fue fundada en 2005 con sede en la Universidad de Stanford, California por David Kelley.

Es reconocida por llevar a cabo los planteamientos desarrollados por IDEO en el marco teórico de *design thinking* centrado en el ser humano y catalogada como un instituto de enseñanza líder para el diseño y el aprendizaje experimental.

Kelley para distinguir y diferenciarse del trabajo realizado en IDEO con la nueva línea de diseño que se iba a plantear como modo de aprendizaje, empieza a denominar al diseño con una pequeña “d.”.

Yépes (2013) señaló que para Kelley nunca le pareció plenamente satisfactorio la idea de la denominación “d. de design” ya que señaló que “[...] cada vez que alguien me pregunta acerca del diseño, se encontró con la inserción de la palabra “pensamiento”.

En sus inicios la misión de la d.school era el de dar a conocer e impartir un programa sin título oficial en todos los campos de la universidad con el fin de aplicar un enfoque de *design thinking* como metodología para abordar los problemas surgidos en cada campo del conocimiento.

La escuela estaba formada por un grupo de 350 estudiantes que comprendían áreas de la ingeniería, medicina, escuelas de negocios, de derecho, y de educación con el fin de generar equipos multidisciplinarios y poder desarrollar soluciones innovadoras y centradas en el ser humano desde una perspectiva de problemas surgidos en el mundo real.

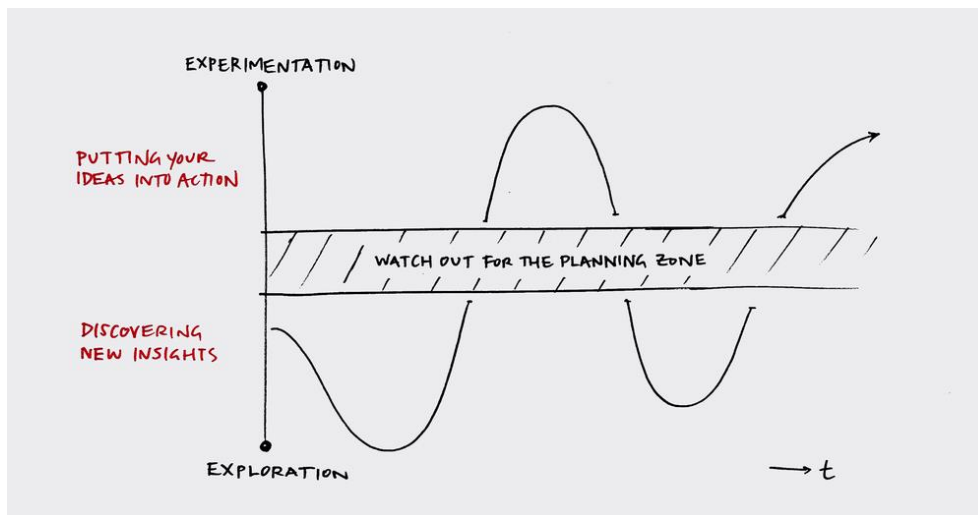
El equipo docente estaba formado por un conjunto de 70 profesores que reunía tanto personalidades de la propia facultad, de otros centros universitarios y profesionales del campo de área que correspondiese (Eeslay, 2013).

Desde la d.school (2018), señalaban que el enfoque de *design thinking* se basaba en la observación y la experimentación, “[...] nuestro enfoque es hacer que nuestros compañeros observen y experimenten desde el principio del programa para obtener amplios conocimientos que conlleven el cambio del sistema, [...] el proceso de observar y experimentar son cruciales, los formadores interactuarán con los usuarios y las partes interesadas a lo largo de la vida del producto”.

En la imagen 2.9 se puede ver la planificación del proyecto basado en la observación y experimentación. La d.school (2018) define los dos enfoques como:

- Exploración: el alumno participa muy activamente en la investigación y observación del usuario, todo ello impulsado por la empatía. Se construyen los prototipos que sean necesarios permitiendo alcanzar el conocimiento y así ir dibujando el camino hacia la solución.

- Experimentar: el alumno lleva a cabo las ideas a partir de la experimentación y de la vivencia con el usuario mediante intervenciones de casos reales.



Fuente: <https://dschool.stanford.edu/fellows-in-residence/project-fellowship-history-approach>

Revisado 14-12-2018

**Imagen 2.9. Enfoque inicial metodología *design thinking*. Desarrollado por la d.school.**

La franja que separa la experimentación de la observación indica un área donde no existe ni se genera aprendizaje activo.

### 2.6.2. Actualidad d.school: Camino a la innovación creativa.

En la actualidad, finales de 2018, la d.school se define como un centro que ayuda a las personas a desarrollar sus habilidades creativas en un escenario, con una comunidad y una mentalidad específica. Pero siempre con el lema de que “[...] todos tenemos la capacidad de ser creativos (Imagen 2.10).

El actual director académico de la escuela, el Dr. Bernard Roth defendía ya en 1973 en su manuscrito Proceso de diseño y creatividad (1973), el ideal del proceso de creatividad que llevaría al enfoque actual de la d.school: “[...] en nuestro interior están los huesos de las prácticas que aún enseñamos hoy: incluida la idea de que todos tenemos la capacidad de pensar creativamente, tenemos bloques que limitan la creatividad y que se pueden superar, y el diseño y la creatividad se pueden estimular a través de actividades particulares”.



Fuente: <https://dschool.stanford.edu/about/>. Revisado 14-12-18

**Imagen 2.10. Interior d.school. Universidad Stanford. (2018)**

En la actualidad este enfoque sobre cómo gestionar para innovar en la creatividad en la Universidad de Stanford, en el departamento de diseño, es apoyado por figuras y teóricos del diseño como Robert Mckim (1980) y Jims Adams (2011).

El programa de enseñanza y aprendizaje centra su objetivo en ayudar a fortalecer sus habilidades creativas para después poder ser aplicadas en el mundo real bajo el lema “Poniendo el diseño a trabajar”: “Nos basamos en métodos de todo el campo del diseño para crear experiencias de aprendizaje que ayudan a las personas a desbloquear su potencial creativo y aplicarlo al mundo”.<sup>32</sup>

Los alumnos asumen proyectos y desafíos que necesitan una nueva forma de ver lo que es posible para generar necesidades y problemas y así llegar a la búsqueda de soluciones innovadoras tanto dentro del aula como fuera, en el mundo real.

Según Roth, director de la escuela d.school son tres los enfoques principales que se llevan a cabo para “[...]creernos que todos tenemos la capacidad de ser creativos”:

- La colaboración “radical”: Para desbloquear el potencial creativo y poder aplicarlo en la sociedad hay que basarse en la multidisciplinariedad de estudiantes,

---

<sup>32</sup> Lema obtenido de la página oficial de d.school, Universidad Stanford, California. (2019). Fuente: <https://dschool.stanford.edu/about/>. Revisado 14-12-18.

docentes y profesionales de determinadas áreas. Se habla de radical ya que se considera la estrategia clave para determinadas áreas y los alumnos puedan tratar los problemas desde diferentes campos del conocimiento.

- **Proyectos actuales y del mundo real:** Las sesiones docentes animan al alumno a llevar a responsabilizarse de problemas de una actualidad social. Se inculca la capacidad de que asuman la responsabilidad de que con su trabajo se consiga un impacto real en el mundo. Para llevar a cabo este enfoque y desarrollar proyectos que envuelvan desafíos en el mundo y se involucren empresas y organizaciones.
- **La búsqueda de problemas ilimitados:** Uno de los enfoques más importantes es la de dar capacidad a los alumnos de experimentar los problemas para tomar riesgos y llegar al error. De esta manera se consigue una preparación para la resolución de problemas del mundo real.

Aplicar este enfoque bajo una metodología basada en los orígenes del diseño y manteniendo esa estructura como el eje principal para la búsqueda de soluciones, el programa d.school (2018) establece las 8 habilidades básicas que se obtienen y pueden ser aplicables en el entorno docente y en el mundo real.<sup>33</sup>

- *Caminar por la ambigüedad:* A la hora de aplicar un proceso de diseño el resultado a la búsqueda de soluciones es incierto. Crea la necesidad de poner al estudiante en situaciones ambiguas del mundo real y proporcionarle las primeras estrategias para la búsqueda de soluciones. Según la d.school, “[...] es la capacidad de reconocer y persistir en la incomodidad de no saber y desarrollar tácticas para superar la ambigüedad cuando sea necesario”.
- *Aprender de otros:* La importancia de adquirir conocimiento de otras personas e incluso del usuario final, da la oportunidad de crear una sensibilidad hacia los demás y el propio desarrollo del proyecto: “[...] esto significa empatizar y abarcar diversos puntos de vista, probar nuevas ideas con otros y observar y aprender de contextos desconocidos”.
- *Sintetizar la información:* La documentación almacenada proviene de muchos lugares y formas de adquirirlas. Es la habilidad donde se desarrollan marcos, mapas y análisis. Para la d.school es la “[...] capacidad de dar sentido a la documentación y encontrar información y oportunidades dentro de los problemas a solucionar”.
- *Experimentar rápidamente:* Está catalogada como una de las habilidades más importantes. Generar una lluvia de ideas que puedan ser experimentadas con el prototipado rápido hace guiar el pensamiento hacia la generación de nuevas ideas. Las nuevas tecnologías de rápida fabricación se configuran como un medio para acerca los conceptos a los usuarios potenciales; “[...] esta capacidad

---

<sup>33</sup> d.school. Información obtenida de la web <https://dschool.stanford.edu/about/#about-8-core-abilities>. Revisado 15/12/18

consiste en poder generar ideas rápidamente, ya sea escritas, dibujadas o construidas”. En la imagen 2.11. se puede observar un ejemplo de aplicación.

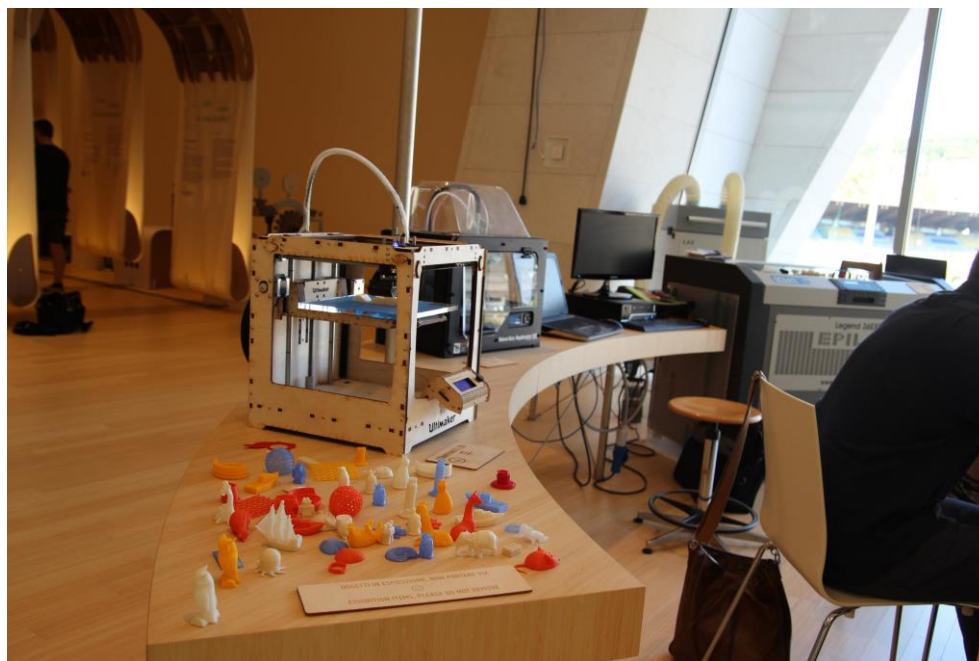


Fuente: <http://dbintersection.com/blog/?p=1586>. Revisado 15-12-18

**Imagen 2.11. Curso acelerado de *design thinking*. d.School. Universidad de Stanford (2018)**

- *Moverse entre lo concreto y abstracto*: Esta habilidad implica el entendimiento entre diseñador y usuarios para alcanzar la definición de las características del producto o servicio.
- *Comunicarse deliberadamente*: Es la capacidad de formar, capturar y relacionar historias, ideas, conceptos, reflexiones y aprendizajes con las audiencias apropiadas.
- *Diseñar el propio espacio de trabajo*: Los alumnos con más experiencia en el proceso de *design thinking* están capacitados para desarrollar sus propias herramientas que les guíen en el proceso de la búsqueda de soluciones.
- *Construir intencionadamente*: cada disciplina de aprendizaje es acompañada de herramientas que posibilitan la construcción de las ideas. Requiere generar un vínculo de desarrollo con las herramientas; “[...] esta capacidad se trata de una construcción cuidadosa: muestra el trabajo en el nivel de resolución más apropiado para la audiencia y los comentarios deseados”. Según Saorin et al. (2017) las nuevas tecnologías de fabricación digital posibilitan a las personas a una madurez creatividad para llevar a cabo distintas soluciones (imagen 9.12.).





Fuente: <http://www.wxpr.org/post/florence-schools-approve-fab-lab-curriculum#stream/0>. Revisado 14-12-18

**Imagen 2.12. Prototipado mediante impresión 3D. Florence School FabLab (2015)**

Como se ha visto, el *design thinking* no es un enfoque que se aplica exclusivamente al producto, estrategia empresarial o universitaria como una búsqueda de soluciones frente a un problema, sino que puede ir más allá en un entorno educativo.

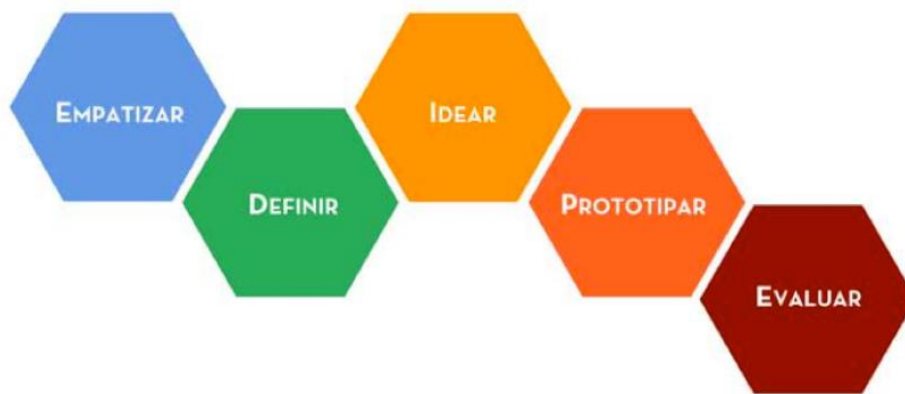
El pensador de diseño Donald Norman junto con Roberto Verganti (2014) ya habló de la importancia que adquieren las nuevas tecnologías, entre ellas las de la rápida fabricación en los nuevos procesos de diseño y cómo estas pueden evolucionar en el terreno educativo y en el sistema curricular.

En la actualidad según Burnette (2018), las nuevas tecnologías han revolucionado el panorama del *design thinking* y de la educación, pero a su vez, carecen todavía de una estrategia de integración.

A pesar de que la definición del término *design thinking* comparte una denominación común entre los académicos, escuelas de aprendizaje y profesionales, su aplicación depende en el área que se trabaje.

### 2.6.3. Fases design thinking según d.school.

La d.School propone cinco fases donde los diseñadores definen las necesidades del usuario a través de la observación para que posteriormente idear y experimentar el máximo de propuestas posibles antes de desarrollar el prototipo final. Finalmente, se prueba tantas veces sea necesario antes de implementar y validar el producto final. En la imagen 1.9 se muestra las fases que define la d.school para su implementación.



Fuente: <https://dschool.stanford.edu/resources/>. Revisado 12-02-19

**Imagen 1.12. Fases del proceso creativo *design thinking*. d.school. (2015)**

- **Empatizar:** El objetivo pretende conocer a las personas y a los usuarios. Para ello se realiza un ejercicio por descubrir las necesidades y los elementos que son más importantes para el usuario que se diseña. Es necesario empatizar con la persona ya sea a través de la observación o de la participación activa junto a ella.
- **Definir:** Se trata de concretar de la forma más clara posible el problema que se va abordar. Para ello se diseñan múltiples soluciones mediante procesos y técnicas creativas en búsqueda de una definición para que el proceso de diseño tenga éxito.
- **Idear:** Consiste en la aportación de ideas desde las más surrealistas a las más detalladas. Todas las ideas que se imaginan son consideradas buenas, ya que se define como la base de la creatividad. El fin es generar todas las soluciones innovadoras y eficaces para la solución del problema.
- **Prototipar:** En el proceso creativo todo gira entorno al prototipo. Se intenta plasmar los conceptos en un objeto físico y tangible. Este proceso ayuda a pensar como creadores de ideas y visualizar fallos de las fases anteriores. Además, sirve como un medio de comunicación con el usuario. Las nuevas tecnologías creativas de rápida fabricación han favorecido esta fase, abaratando los costes y los tiempos de producción.



- **Evaluar:** En esta etapa se realizan los test y pruebas de los prototipos realizados anteriormente con el usuario. Se pretende además del funcionamiento, conocer las opiniones y posibles comentarios del usuario con el fin de ayudar a identificar errores que pueda tener el producto. Esta fase se considera especialmente importante, ya que identifica carencias que puedan ser resueltas volviendo a etapas anteriores.

## **2.7. Modelo de diseño de Roberta Tassi: Service Design Tools.**

Service Design Tools es concebida como una plataforma del conocimiento accesible a la comunidad que trabaja e investiga en el campo del *design thinking*. En sus orígenes, este programa es ideado y desarrollado por Roberta Tassi junto con Paolo Ciuccarelli (Politécnico di Milano), Elena Pacenti y Chiara Diana (Domus Academy).

El objetivo principal para su desarrollo fue una investigación sobre la forma de pensar el diseño de comunicación. Todo ello, a partir de la observación de las prácticas existentes en el campo del diseño de servicios.

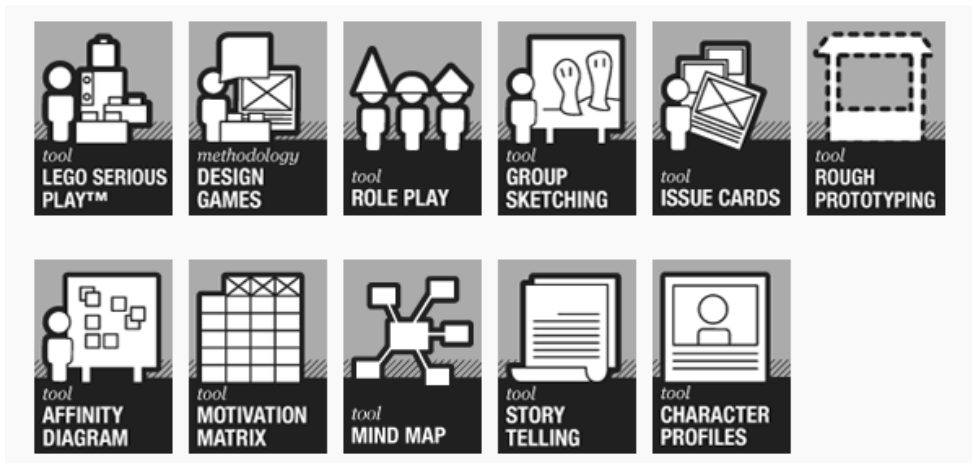
Tassi entiende que el usuario puede experimentar y formar parte del proceso de diseño, pero para asumir ese rol, debe recibir las herramientas necesarias y la guía de comunicación adecuada <sup>34</sup>.

Para llevar a cabo un proceso de *design thinking* a través de Service Design Tools, Tassi elabora una metodología basada en 4 fases con sus herramientas de desarrollo para el usuario:

- **Co-diseñar:** Para que los usuarios puedan formar parte del proceso, los diseñadores deben proporcionar formas para que las personas puedan relacionarse entre sí, y a su vez, los instrumentos para comunicarse, ser creativos y compartir ideas. Las actividades llevadas a cabo mediante la co-creación pueden soportar distintos niveles de participación en función del tipo de actividad, pero siempre creando el servicio junto con los diseñadores. Éste se convierte en un guía del proceso. En la imagen 1.9 se puede observar las herramientas que propone Tassi en esta primera fase del diseño.

---

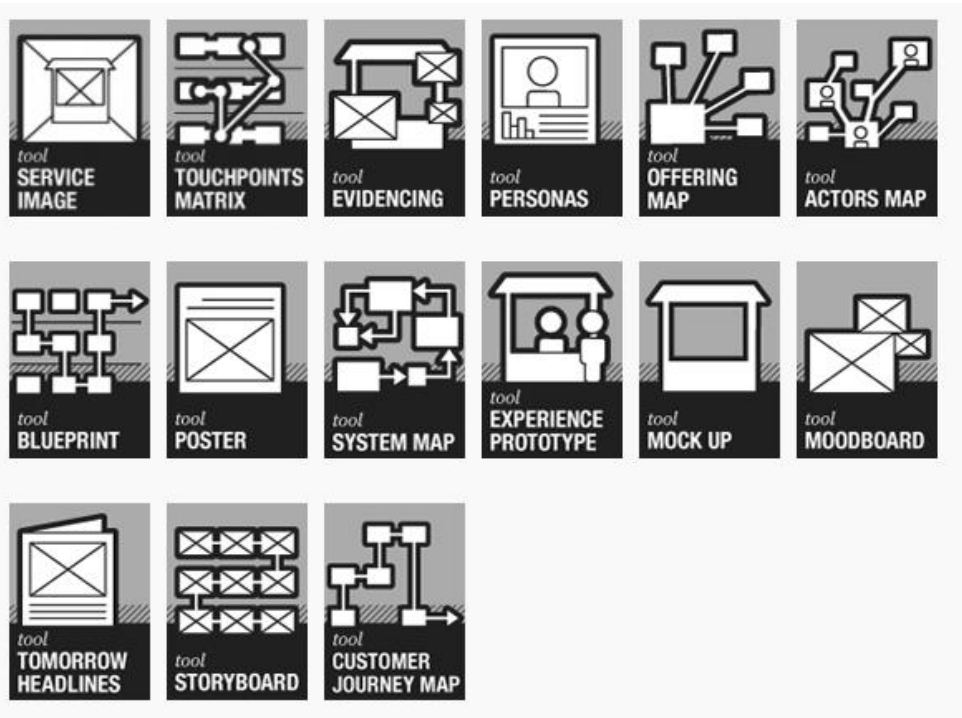
<sup>34</sup> Roberta Tassi (2019). Service Design Tools. Fuente: <http://www.servicedesigntools.org/about>. Revisado: 12-02-2019



Fuente: <http://www.servicedesigntools.org/taxonomy/term/1>. Revisado 12-02-19

**Imagen 1.12. Herramientas primera fase Service design Tool. Roberta Tassi. (2008)**

- Imaginar: Se representa la idea de servicio mediante técnicas que expresan sus características y componentes. Las herramientas que se utilizan para la visualización permiten a las personas mostrar, externalizar y compartir lo que piensan, es decir, hacer visible las ideas para comprenderlas y explicarlas mejor. En la imagen 1.9 se muestra las herramientas para comunicar y visualizar un proceso de diseño mediante técnicas representativas.

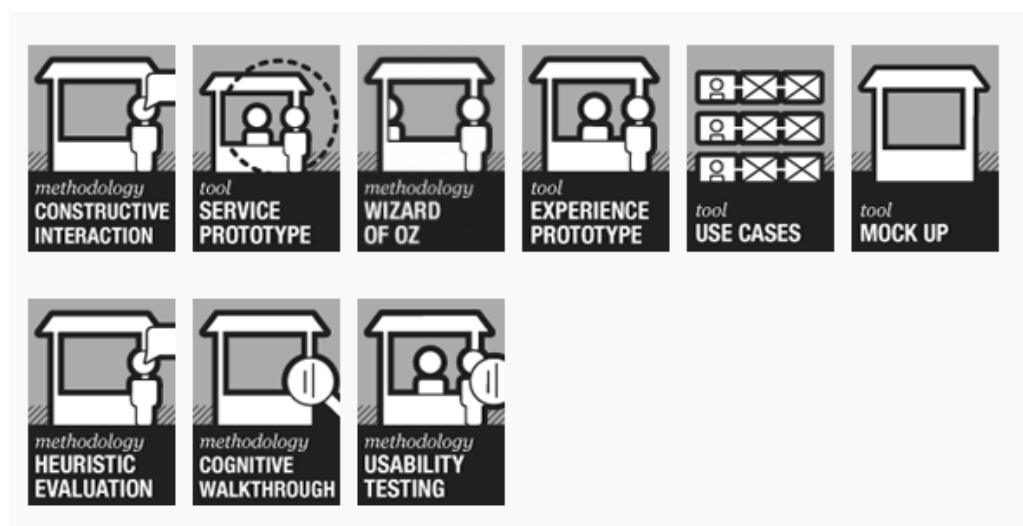


Fuente: <http://www.servicedesigntools.org/taxonomy/term/2>. Revisado 12-02-19

**Imagen 1.12. Herramientas segunda fase Service design Tool. Roberta Tassi. (2008)**

- Testar y Prototipar: Antes de validar el proceso es necesario experimentar con los clientes para mejorar las soluciones antes de ser realizadas. Según Tassi<sup>35</sup> “[...] la creación de prototipos podría respaldar un proceso de diseño del servicio como ocurre en el diseño tradicional del producto”. Para llevar a cabo este proceso de testeo, se puede realizar desde dos perspectivas de prototipo según requiera el servicio y el usuario. Mediante una simulación lo más detallada posible o una maqueta improvisada. En la imagen 1.9 se muestran las herramientas para llevar a cabo esta tercera fase.

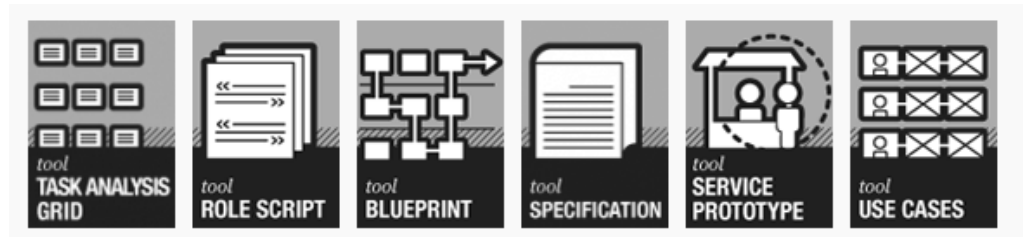
<sup>35</sup> Roberta Tassi. (2008). Fuente: <http://www.servicedesigntools.org/taxonomy/term/3>. Revisado. 12-02-19.



Fuente: <http://www.servicedesigntools.org/taxonomy/term/3>. Revisado 12-02-19

**Imagen 1.12. Herramientas tercera fase Service design Tool. Roberta Tassi. (2008)**

- Implementar: La última fase consiste en transformar la solución diseñada en un servicio de trabajo. Según Tassi<sup>36</sup> “[...] el servicio debe definirse paso a paso y comunicarse para que se pueda construir de manera efectiva y esté listo para la entrega”. En la imagen 1.9 se muestran las herramientas para el desarrollo e implementación.



Fuente: <http://www.servicedesigntools.org/taxonomy/term/4>. Revisado 12-02-19

**Imagen 1.12. Herramientas cuarta fase Service design Tool. Roberta Tassi. (2008)**

A continuación, se realiza una revisión de las nuevas tecnologías aplicadas al sistema educativo y al diseño, cuál es su posicionamiento en el ámbito educativo y como éstas poseen un carácter inclusivo dentro del panorama del diseño.

<sup>36</sup> Roberta Tassi, (2008). Fuente: <http://www.servicedesigntools.org/taxonomy/term/4>. Revisado. 12-02-19.

# Capítulo 3

## Nuevas tecnologías como herramientas creativas y de diseño

### 3.1. Aproximación de las nuevas tecnologías en la educación.

Las nuevas tecnologías cada vez están más presentes en nuestros estilos de vida con continuos cambios tecnológicos que nos llevan a actualizarnos de una forma constante.

Estos han ido modelando la sociedad actual y han tenido una especial repercusión dentro del panorama educativo, convirtiéndose en un pilar para la construcción del conocimiento.

La incursión de las TIC en la educación ha supuesto la implementación de nuevas herramientas que dan soporte a las actividades de enseñanza y adquisición de conocimientos.

Una de las grandes apuestas en este territorio ha sido la incursión de las impresoras tridimensionales, a partir de ahora impresoras 3D, como herramienta educativa y didáctica. Estas, aplicadas de un modo práctico y con la ayuda de determinadas unidades didácticas puede convertirse en el nexo de unión entre las TAC y las asignaturas del ámbito curricular.

De esta manera posibilita a los alumnos a mostrar de una forma más práctica la teoría aplicada por los docentes y entender conceptos que a un nivel con formato digital o tradicional es más complejo de entender.

Más allá de ser una herramienta de aprendizaje también influye como elemento de motivación para que los alumnos generen conocimiento (Huertas & Pantoja, 2016).

Este se encontrará con un mayor grado de motivación cuando la asignatura es más atractiva, amena y divertida y donde le permita investigar de una forma fácil para después experimentar con los procesos.

De esta manera, durante los últimos años se han ido incorporando a la educación nuevas estrategias para la enseñanza y gestión del conocimiento a través del uso de las TIC.

### **3.2. Definición impresión 3D.**

La impresión 3D o también conocida como fabricación aditiva, es un método que se basa en realizar un diseño en tres dimensiones en una plataforma o medio digital, generalmente desde un ordenador para posteriormente ser fabricado y convertido en un objeto físico y tangible.

El medio y herramienta para este desarrollo del objeto es la impresora 3D, también denominado manufactura aditiva. Estas se catalogan en un grupo de tecnologías de fabricación que, a partir de un soporte digital, permiten trabajar de manera automática y controlada distintos materiales y agregarlos capa a capa para construir un objeto en tres dimensiones (Price, 2012).

De un modo más convencional, desde la empresa MakerBot (2015), definen la impresión 3D como el proceso de manufactura aditiva en el cual el objeto se construye apilando capas de material entre sí, creando el objeto impreso en tres dimensiones.

Estas tecnologías de fabricación cada vez están más presentes en todos los ámbitos de la sociedad. Esto ha sido gracias no solo al abaratamiento de las impresoras y de los materiales de impresión a utilizar, sino también a la aparición de proyectos denominados como *open source* que han permitido la implantación de software y hardware de uso libre y de una forma gratuita.

### **3.3. Historia fabricación digital e impresión 3D.**

La impresión 3D ha sido posible debido a las continuas evoluciones que se han llevado a cabo desde finales de los años 80. Aunque en esta investigación derivaremos y trabajaremos con las impresoras 3D de tipo “inyección” cabe hacer referencia a las de tipo “sinterizado”.

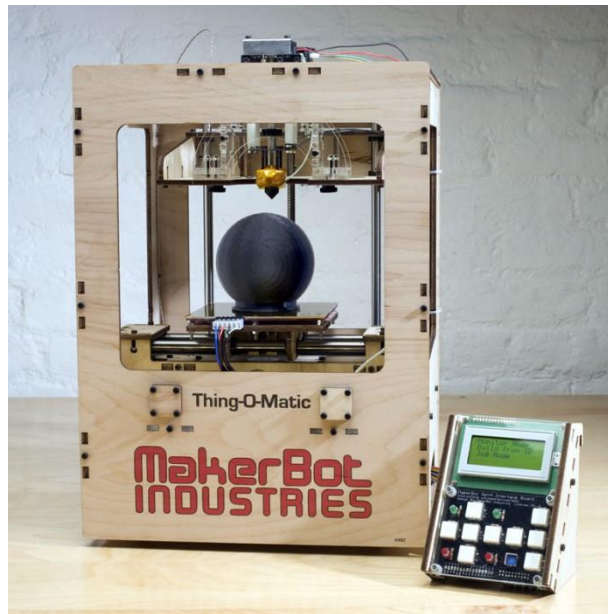
Históricamente el tipo sinterizado es uno de los métodos más antiguos de fabricación que se venía utilizando en la producción de objeto metálicos y piezas cerámicas. Esta se formaba a través de los cambios geométricos que se producen cuando el conjunto de partículas, tanto formadas en un molde o no, se unen por la acción del calor, sin que sea necesario la fundición de ninguno de sus componente con la finalidad de aumentar su resistencia, creando así objetos sólidos a partir de materiales de polvo y utilizando

diferentes técnicas como por ejemplo el calentamiento, la corriente eléctrica etc. (Moreno-García, 2016).

Son muchos los autores que describen el inicio de la impresión 3D en diferentes fechas o momentos. En esta investigación cabe hacer un breve repaso de la evolución que han sufrido con los momentos más importantes para la evolución de una sociedad inmersa en las TIC basándonos en el trabajo realizado por José Enrique López Conde (2016) y ampliando la documentación hasta el año 2019:

- 1984: Charles Hull inventa la estereolitografía.
- 1986: Charles Hull patenta su invento y crea la impresora 3D System.
- 1987: Carl Deckard desarrolla el sinterizado selectivo por láser (SLS).
- 1988: Scott Crump inventa el modelado por deposición fundida (FDM). 3D System comercializa su primera impresora 3D.
- 1989: Se concede la patente del SLS. Scott Crump funda Stratasys. Hns Lang-er funda EOS GmbH.
- 1990: EOS vende su primer sistema de Stereos.
- 1992: Stratasys patenta su tecnología de FDM
- 1993: El MIT desarrolla la impresión 3D por inyección (3DP)
- 1995: Z Corporation obtiene la licencia de la 3DP.
- 1996: Z corporation vende su primera impresora basada en 3DP.
- 1997: Se establece la empresa ARCAM.
- 1998: Se crea Object Geometries. Posteriormente la compra Stratasys.
- 1999: El Instituto de Medicina Regenerativa de la Universidad de Wake Forrest implanta en humanos los primeros órganos modificados por medio de implantes arteriales impresos en 3Dy cubiertos con células del paciente.
- 2000: MCP Technologies crea la tecnología de fusión selectiva por láser (SLM)
- 2002: Se funda Envision TEC. El Instituto de Medicina Regenerativa de la Universidad de Wake Forrest donde se imprime el primer órgano en 3D: un riñón completamente funcional.
- 2005: Z Corporation lanza el primer equipo de impresión 3D capaz de trabajar en color de alta definición. Se establece Exone Corporation y Sciaky Inc., siendo pioneros en el proceso aditivo basado en tecnología de soldadura por haz de electrones (EBW). El Dr. Adrian Bowyer funda RepRap, una iniciativa *open source* para crear una impresora 3D que pudiera imprimir sus propias partes. Stratasys lanza el servicio de Rapid Prototyping & 3D Printing Service Bureau, RedEye.
- 2006: Se construye la primera máquina del tipo SLS. Object crea una máquina capaz de imprimir en varios materiales. El proyecto Fab@Home de la Universidad de Cornell, ofrece la primera impresora 3D de código abierto.
- 2007: Sale al mercado el primer sistema de 3D System por menos de 10.000 dólares. Sale a la luz la empresa Shapeways.

- 2008: Desktop Factory es adquirido por 3D System. El proyecto RepRap lanza “Darwin”, la primera impresora auto-replicante que puede imprimir la mayoría de sus componentes. Se desarrolla la primera prótesis de pierna impresa en 3D.
- 2009: Sale al mercado la primera impresora 3D comercializada en forma de kit, la cual se basa en el concepto RepRap. Makerbot Industries lanza al mercado Kits para hacer tu propia impresora 3D.



Fuente: [https:// http://blog.reprap.org/2011/06/](https://http://blog.reprap.org/2011/06/)

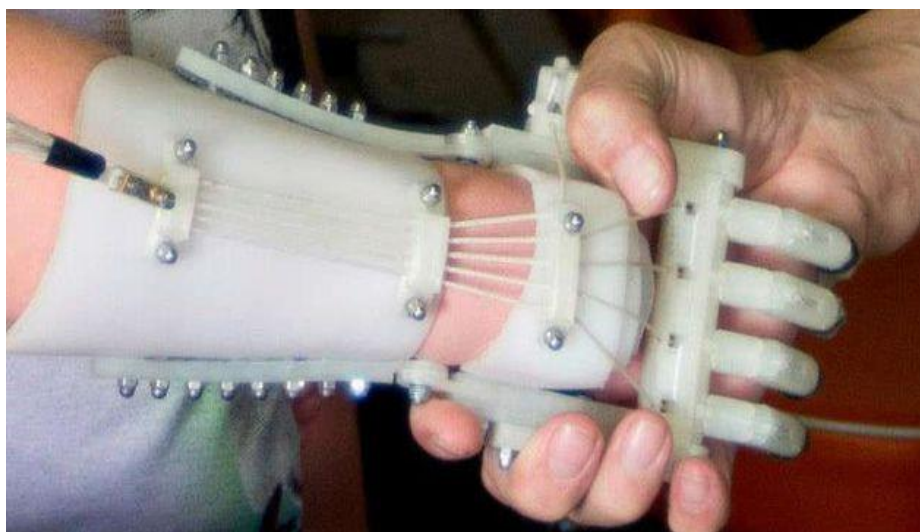
**Imagen 1.1. “Thing-O-Matic”. MakerBot Industries.**

- 2010: Kor Ecologic presenta “Urbee”, el primer automóvil capaz de contar con la totalidad de su armazón impreso en 3D. La empresa de medicina regenerativa se centra la tecnología de bioprinting, anunciando la publicación de datos sobre los primeros vasos sanguíneos completamente bioimpresos.
- 2011: La Universidad de Exeter y de Brunel junto al desarrollador de software Delcam, adaptan el sistema de impresión 3D Inkjet para la creación de objetos en chocolate. La Universidad de Cornell comienza a construir una impresora 3D para alimentos. La Universidad de Southampton fabrica el primer avión no tripulado en impresión 3D. En la conferencia TEDMED 2011, el Dr. Gabor Forgacs, cocina y come carne producida mediante el proceso de bioprinting 3D.
- 2012: 3D System adquiere Z Corporation y Vidar System. LayerWise realiza el primer implante de mandíbula inferior en 3D. La Universidad Tecnológica



de Viena anuncia un gran avance: la litografía de dos fotones. Essential Dynamics muestra “Imagine”, su impresora 3D en chocolate.

- 2013: Defence Distributed lanza “The Liberador”, la primera arma de fuego impresa en 3D. Robohand crea la primera prótesis de mano (imagen 3.1.). Electric comienza a usar tecnologías de fabricación aditiva para producir componentes en motores a reacción. La NASA otorga una beca a la System & Materials Research Corporation (SMRC) para desarrollar una impresora 3D de alimentos. Natural Machines presenta “Foofini”, su prototipo de impresora 3D de alimentos. Stratasys adquiere Makerbot.



Fuente: <https://relieves3d.org/protesis-para-manos-y-dedos-en-3d/>

**Imagen 3.1. “Prótesis para manos y dedos en 3D”. Relieves 3D.**

- 2014: Stanmore Implants fabrica un modelo a medida de una pelvis en 3D. Organovo Inc. Realiza la primera venta de tejidos humanos bioimpresos (exVive3D). Grace Choi revela “Mink”, la primera impresora 3D de maquillaje. Local Motors lanza “Strati”, el primer coche íntegro en 3D. Shanghai Win-Sun Design Engineering Co. Difunde su sistema de impresión 3D “Atlas”, capaz de construir casas. Amazon abre su tienda de impresión 3D ofreciendo una amplia gama de productos. Hewlett Packard entra en el mercado de la impresión 3D con una nueva tecnología llamada JetFusion. Autodesk anuncia que producirá su propia impresora 3D capaz de crear objetos en ausencia de gravedad.
- 2016: Polaroid entra en el mundo de la impresión 3D con tecnologías FDM, autocalibración y control inalámbrico por WIFI. Formers Farm aplica un pro-

ceso de diseño de estética a sus impresoras para que puedan formar parte de un entorno decorativo (imagen 3.2.).



Fuente: <https://www.3dnatives.com/es/5-innovaciones-de-impresion-3d-en-el-ces-2016-11012016/> (2016)

**Imagen 3.2. “Impresora Picarv”. Formers Farm.**

- 2017: Bellus 3D empresa afincada en Silicon Valley dieron a conocer que comercializaran su Face Cámara para Android, capaz de escanear con gran detalle rostros en segundos y posteriormente ser impresos en 3D. ALGIX3D dedicados al desarrollo de resinas y filamentos para la industria, dieron a conocer durante el evento nuevos materiales sustentables creados a través de pellets reciclados y algas marinas. Airwolf debutó en el CES 2017 con el lanzamiento de Hydrofill, un material de soporte soluble al agua y compatible con impresoras ABS y PLA.

Estos avances tecnológicos ya se están experimentando en un sinfín de terrenos de la producción, como por ejemplo, el arte, la moda textil, la cocina, mobiliario, la educación etc. A lo que se refiere este trabajo de investigación, se centrará en la parte de educación y cómo es posible que forme parte de la actividad curricular en la formación de los niños como herramienta.

### 3.4. Impresión 3D en la educación.

En un contexto teórico la educación curricular forma parte de un proceso en el que intervienen dos agentes, el docente que posee la responsabilidad de educar y enseñar y el alumno que su fin es el aprendizaje. Para su realización existen multitudes de metodologías y herramientas, pero de una forma generalizada el profesor imparte los conceptos teóricos de una asignatura y el alumno los sintetiza en una serie de ejercicios.

La UNESCO (2004), afirma que el docente asumirá de cara a la futura educación un nuevo rol de “profesor” pasando de ser un transmisor de conocimiento a convertirse en un facilitador y orientador de conocimiento, así como en participante del proceso junto al estudiante. Como se ha visto anteriormente, la aparición y la incorporación de las TIC en las aulas ha supuesto la aparición a su vez de nuevas tecnologías digitales que propician ese cambio.

En el informe internacional de la UNESCO (2015) sobre el uso de la tecnología, hace referencia a otro informe (Informe Horizon) en el que se identifican las nuevas tecnologías emergentes que puedan ser utilizadas para la educación y a la vez analizan el impacto que supone para el desarrollo del aprendizaje y el conocimiento.

El informe NMC Horizon Report: Edición sobre educación superior (2013), trata sobre las necesidades y circunstancias únicas de las instituciones de educación superior donde describen las tecnologías emergentes que probablemente influirán notablemente en el ámbito de la educación internacional en un entorno de cinco años. Entre ellas realiza un estudio con el inicio de una aceptación de la incorporación de las impresoras 3D en un plazo de cuatro o cinco años.<sup>37</sup>

Incide que uno de los motivos por los cuales se puede hacer la incorporación esta herramienta ha sido la gran bajada de precio, convirtiéndose en un producto asequible para todo el mundo y en parte gracias a la labor de MakerBot Industries impulsando el *open source*.

Pero las propuestas más significativas a los retos propuestos por la impresión 3D se producen en el ambiente universitario. El informe describe que para la actualidad (año 2017) el avance más prometedor será en la educación superior correspondiente a las instituciones que utilizan esta tecnología para inventar herramientas innovadoras.

Conforme la impresión 3D cobra impulso en la educación, las universidades están diseñando laboratorios e iniciativas dedicadas a explorar usos de estas tecnologías. Un ejemplo de esto es el programa FabLab, impulsado por Neil Gershenfeld en el MIT, como espacio de aprendizaje y fabricación digital, lo que ha lanzado al mundo al desarrollo de nuevos espacios similares.

---

<sup>37</sup> Se entiende en cuatro a cinco años desde el desarrollo del informe. La capacidad de incorporación para el año 2017-2018.

En la imagen 3.3. se observa a una niña trabajando en el proyecto “Do It”, una iniciativa del FabLab Barcelona para el desarrollo del informe Horizon previsto para el 2020. Se trata de una iniciativa europea con el objetivo de potenciar a los jóvenes innovadores de Europa en un mundo digital abierto a múltiples habilidades y herramientas que necesitan aprender y manejar los niños desde muy temprano.



Fuente: <https://iaac.net/fab-lab-barcelona-iaac-collaborates-horizon-2020-project/> (2017)

**Imagen 3.3. Proyecto FabLab Barcelona en colaboración informe Horizon 2020.**

Lütolf (2014) comentó en uno de sus trabajos “Güggeltown: los estudiantes imprimen su propia ciudad”, las diferentes posibilidades que nos proporcionaba la impresión 3D en el entorno educativo. La gran bajada de precios propició la posibilidad de introducir las impresoras en el ámbito escolar: “[...] la teoría se convierte rápidamente en objetos físicos que pueden ser manipulados por los estudiantes y pueden trabajar con herramientas modernas que marcan pauta a nivel mundial”.

Esto no solo significó la entrada de una nueva herramienta de experimentación en las aulas, sino que se preveía una nueva forma de entender las unidades didáctica. Los alumnos no solamente iban a manipular un objeto creado en un entorno digital, sino que podían aplicar contenidos de otras asignaturas:

- Matemáticas: diseñar, imprimir y calcular objetos 3D.
- Geografía: relieves.

- Arte: diseñar e imprimir diversos objetos.
- Ciencia: imprimir modelo de moléculas.
- Música: imprimir instrumentos musicales.

Lütolf (2014) dijo que parte de esta motivación se debió a la presencia de la impresora 3D, lo que les dio la oportunidad de convertir sus ideas en modelos físicos. Al final, todos los estudiantes crearon un diseño propio que se podía imprimir. A la vez esto incentivó a los alumnos más experimentados para que ayudaran al resto de los compañeros trabajando de una forma colaborativa, pero bajo una perspectiva individual.

Desde el punto de vista educativo la incorporación de estas herramientas hacia un uso de formación y pedagogía hace que podamos hablar de las nuevas TAC. Esto supone un cambio en el sistema educativo donde las TAC van más allá de aprender a utilizar las TIC, permitiendo explorar nuevas metodologías de aprendizaje y nuevas herramientas.

Este modelo de aprendizaje en que los alumnos idean, desarrolla y experimentan proyectos que son aplicados en la vida diaria y a su vez crea un proceso en que los alumnos adquieren destrezas, procesos y capacidades para aprender de una forma autónoma dentro del ámbito educativo, esto replantea la estructura tradicional de enseñanza a través de nuevos métodos como el aprendizaje basado en proyectos.

Manuel Ángel Velasco (2017) dice que introducir de forma efectiva las TAC en el proceso de enseñanza-aprendizaje supone:

- Actualización continua de conocimientos y habilidades
- Competencia digital
- Nueva conceptualización de la enseñanza
- Generación de entornos virtuales de aprendizaje
- Transformación de los roles del profesorado y del alumnado

Según la empresa MakerBot (2015), la impresión 3D es una herramienta que permite a las personas crear cosas nuevas, siendo la imaginación el único límite. En el libro “MakerBot en el aula: Introducción al diseño e impresión 3D” analiza que los estudiantes se equivocan de manera pronta y continua y que de esta manera adquieren destrezas para resolver problemas más fácilmente y con un alto nivel de confianza en sí mismos, llevándolos a seguir intentando realizar el ejercicio hasta que sus diseños alcancen el éxito.

Para llevar a cabo este proceso e iniciarse en la impresión 3D se tendrá que llevar a cabo desde un aprendizaje basado en proyectos y la experimentación del mismo.

### **3.5. Fabricando lo digital.**

En la actualidad, las TIC se han convertido en una herramienta necesaria e indispensable para el desarrollo y práctica académica. Pero su uso en este proceso de enseñanza-

aprendizaje se ha centrado en su aplicación en la educación actual, lo que compete a las metodologías tradicionales en lugar de aprovechar los ambientes colaborativos que ofrecen otras herramientas (Durán, López, Martínez, & Flores, 2017).

La impresión 3D como hemos visto anteriormente permite a través de un modelo tridimensional generado digitalmente por un ordenador, fabricar un producto real donde el alumno pueda analizar y experimentar. Roque y Valverde (2015), dicen que incorporar estos sistemas de impresión 3D en la metodología docente, permite que el alumno aprecie mediante la observación sistemática, las similitudes y discrepancias entre una imagen creada por ordenador y su representación física.

Esta estrategia metodológica permite relacionar los dos espacios de trabajo donde influyen las nuevas tecnologías: el virtual y el físico. Este nuevo entorno fomenta el uso de nuevos medios instrumentales y permite apreciar mediante demostraciones prácticas los conceptos necesarios para entender el espacio donde nos relacionamos.

La incursión de las nuevas tecnologías dentro de la educación ha permitido la aparición de nuevos recursos didácticos, alternativos a la manipulación directamente con el objeto como se venía haciendo tradicionalmente. Ahora el alumno puede interactuar con un objeto en 3D sin tenerlo físicamente, pero con nuevas herramientas que lo permitan como puede ser por ejemplo a través del uso de los smartphones o tablets (Yi-Chen, Hung-Lin, & Wei-Han, 2011) o más recientemente el uso de la realidad aumentada y las gafas de realidad virtual.

Saorín (2017), indica que actualmente se está produciendo una nueva tendencia: BYOD (proveniente del acrónimo del inglés *Bring Your Own Device*) que promueve el uso por parte de los estudiantes en utilizar sus propios dispositivos para acceder a recursos innovadores de aprendizaje como complemento a la docencia tradicional en el aula. Lo que lleva a las empresas educativas a preparar y generar nuevas aplicaciones que faciliten el acceso al aprendizaje y conocimiento.

### **3.6. Beneficios de la impresión 3D en la educación**

La impresión 3D cada vez está más presente en la sociedad actual. Muchas son las personas que desconocen su capacidad de trabajo y hasta dónde pueden llegar. Lo que sí se puede confirmar son los datos que arrojaba el informe Horizon en 2013. La llegada de esta tecnología al ámbito educativo ya es un hecho. Cada vez son más los centros donde se comienza a experimentar con esta tecnología.

Según la revista *Mundo Digital* citado por Jon Núñez (2017), esta tecnología en España cada vez está más presente convirtiéndose en una de las grandes apuestas para los próximos años para el sector de la educación sirviéndose de apoyo en determinadas asignaturas gracias a la posibilidad de materialización de un concepto estudiado en un objeto real. “[...] concretamente en la Comunidad de Madrid se dotará de impresoras 3D en más de 300 Institutos de Educación Secundaria Obligatoria”.

Aunque todavía no se pueda hablar de datos científicos de la aportación de las impresoras 3D como herramienta educativa sí se pueden citar comportamientos y experiencias a través de proyectos realizados por varios autores coincidiendo en los mismos resultados. De una forma muy general que más adelante desarrollaremos a través de la participación activa con alumnos los podemos clasificar en:

- *Fomentan la creatividad:* La aparición de nuevas técnicas de prototipado y fabricación para convertir las ideas en diseños digitales y posteriormente en objetos y productos reales a partir de la impresión 3D, según Alejandro Bonet (2017), ofrecen una gran oportunidad para el desarrollo de la creatividad. Una de las competencias dentro de la formación curricular.
- *Capacidad aprendizaje autónomo para la resolución de problemas:* El uso de esta herramienta para la fabricación de un producto, hace referencia a un tipo de aprendizaje basado en proyectos. El alumno trabajará todo el ciclo del objeto, desde la idea hasta su obtención física. Los problemas que surgen son el foco y el estímulo para el desarrollo de los ejercicios. De esta manera el alumno se convierte en protagonista de su propio aprendizaje donde genera la curiosidad, el hacer y cómo abordar soluciones a partir de problemas (González-Gómez, Valero-Gómez, Prieto-Moreno, & Abderramin, 2012).
- *Captan el interés y la motivación del estudiante:* La impresión 3D como herramienta educativa, facilita la labor de convertir el aprendizaje en un proceso más dinámico, visual divertido e interactivo para desarrollar capacidades y habilidades de los alumnos. Según Nazaret Barrio (2015), esta transformación de convertir la teoría en práctica dentro de las aulas ha contribuido a la mejora en la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje y poder reducir los índices de abandono escolar.
- *Generan más participación:* Según Marc Torras citado por Jon Núñez (2017), “[...] las impresoras 3D convierten la experiencia del aprendizaje en un proceso mucho más lúdico y participativo. Algunos centros escolares crean espacios comunes para utilizarlas en los que los estudiantes pueden explorar de manera conjunta. El papel del profesor para dinamizar su uso es muy importante”.
- *Complementan a otras asignaturas y facilitan la tarea del docente:* Las asignaturas de ciencias, tecnología, ingenierías y matemáticas presentan las impresoras 3D como material aliado, ya que permiten trasladar a un escenario real conceptos que, en ocasiones, son difíciles de explicar. No obstante, y a pesar de que su uso está generalmente asociado a estas materias, las impresoras 3D también pueden utilizarse en áreas como geografía o historia para recrear mapas topográficos o lugares y personajes, a modo de ejemplo.
- *Concepto didáctico a través de la actividad:* Según Lütolf (2014) el aprendizaje independiente se hace posible durante el desarrollo del proyecto. Comenzando por una idea y terminando con el objeto fabricado. La impresora 3D se convierte en una herramienta segura y sin riesgo para ser utilizada por los alumnos. Este proceso proyectual dice que es conveniente para dar clases ya

que los diseños pueden ser adaptados y reimpresos en cualquier momento. Por lo tanto y en consecuencia a esto, se puede desarrollar un producto paso a paso siendo una buena alternativa a los métodos tradicionales de aprendizaje a través de la lectura y de la escritura, ya que esto está considerado un aprendizaje a través de la actividad.

- *Cambio del rol del profesorado:* Al igual que sucede con la incorporación de las TIC en el ámbito educativo, el docente se encuentra ante un nuevo escenario que le llevan a un proceso de aprendizaje. Para Cabero y Marín (2017), estas transformaciones de las instituciones educativas no solo se han limitado a la introducción de las TIC y de las TAC, sino que también a la incorporación de un nuevo tipo de alumno que ha nacido y ha crecido en una sociedad digital y tecnológica. Para Marc Torras, director general de la empresa EntresD<sup>38</sup>, “[...] no cree que a día de hoy la ausencia de las impresoras 3D en el aula sea un tema de coste económico de material, ya que en la actualidad una impresora 3D se sobremesa se encuentra a precios relativamente pequeños para los centros, sino que viene marcado por el desconocimiento por parte del entorno docente, y que necesita la formación adecuada para poder sacarle partido a esta nueva tecnología. [...] los profesores tienen mucho interés en introducir esta tecnología en el aula, pero no están formados para su uso y no saben cómo utilizarlas aplicándolas a sus materias. Por ello es fundamental facilitarles detalladamente las posibilidades de uso que tienen las impresoras 3D, concretando y explorando las diferentes aplicaciones para cada una de las asignaturas y de los temas específicos [...] para poder llevar la impresión 3D a las aulas y que los alumnos se beneficien de ellas es necesario integrar esta nueva tecnología en el desarrollo curricular del alumno. Algo que se tiene que hacer desde los departamentos de educación y que no puede depender de la implicación individual de los profesores. Se trata de facilitarles la tarea”.

### 3.7. Paradigma de la robótica en la educación.

A lo largo de este S. XXI la incorporación de las TIC han supuesto una revolución a la hora de entender los procesos de enseñanza-aprendizaje. La evolución del término Industria 4.0 cada vez gana más crédito no solo en la gestión del sector empresarial, sino en la llegada de los productos a la sociedad. La robótica, sistemas autónomos, la impresión 3D, *internet of things* (IOT), RA, IA, etc. Son cada vez objeto de conferencia y artículos de investigación (Arribas, 2017).

La evolución de la tecnología ha supuesto el desarrollo de una robótica mucho más avanzada donde ésta adquiere el protagonismo en la capacidad de trabajar junto opera-

---

<sup>38</sup> Los beneficios de las impresoras 3D en la enseñanza. Fuente: <http://www.mundodigital.net/los-beneficios-de-las-impresoras-3d-en-la-ensenanza/>. Revisado 08-02-2019



rios humanos de manera colaborativa hacia una evolución del concepto y proceso de fabricación.

Rodal (2018) para la revista digital *Euskadi Tecnología* dijo que los robots en los nuevos procesos de fabricación “[...] son más inteligentes y capaces de adaptarse en poco tiempo a diferentes procesos de fabricación con la finalidad de realizar productos específicos para cada usuario, [...] generando una controversia en su progresiva utilización en detrimento del personal humano”.

Según un estudio realizado por el Gabinete de Comunicación de Ingenieros Industriales de la Comunidad de Valencia citado por Arribas (2017), se prevé en una década, un abaratamiento considerable de la robótica, entorno a un 20%. Lo que ha llevado a la investigación del uso en otros campos: “[...] el incremento de su eficiencia, que se prevé en torno al 5% anual, permitirá que en algunas industrias más del 40% de las tareas sean realizadas por robots”.

Según el Informe Mundial de Robótica (acrónimo del inglés IFR) 2017<sup>39</sup>, para el año 2020 se instalarán entorno 1.7 millones de robots industriales en todo el mundo, dando lugar a la automatización de los procesos de una forma cada vez más flexibles.

Este hecho, genera una incertidumbre social definida por la sustitución de la mano de obra del trabajador por el robot. Una de las principales líneas que defiende el IFR es que la evolución de los sistemas autómatas y la robótica es el camino hacia la adquisición de los productos personalizados.

Según Pelegrí (2018), director de Universal Robots, la robótica no está para sustituir a los humanos, sino que son herramientas en manos de las personas.

A nivel educativo dentro de las aulas, la asignatura de tecnología tiene como finalidad acercar al alumno a esta realidad. De entre todas las asignaturas aplicadas a la formación reglada la tecnología es la rama que asume un proceso para poner en marcha las nuevas tecnologías para el aprendizaje, lo que a su vez como se ha visto en capítulos anteriores supone un cambio en el proceso de enseñanza tradicionalista y aumenta la motivación del alumno, convirtiéndose esta en más atractiva (Ministerio de Educación, 2007).

Según Murphy (2000), la robótica en el ámbito educativo es la suma y la aplicación de las asignaturas de mecánica, electricidad, electrónica y la informática.

De esta manera la robótica educativa se convierte en un modelo que permite la construcción y la programación de artefactos favoreciendo a los alumnos a comprender los conocimientos de otras asignaturas como las matemáticas, física, ciencias, informática, etc., a través de la experimentación.

---

<sup>39</sup> IFR World Robotics. Revista Interempresas. (2017). Fuente: <https://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/213173-En-2020-se-instalaran-mas-de-1-7-millones-de-nuevos-robots-industriales-en-todo-el-mundo.html> Revisado: 08-02-2019

Sánchez (2007) dijo que esta tiene la garantía de favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje complementando los aspectos teóricos con los prácticos, manteniendo la atención y la motivación del estudiante y desarrollando el pensamiento sistémico. De esta manera se intenta provocar en los alumnos el entusiasmo por generar y desarrollar habilidades que les permitan la construcción de sus conocimientos para dar un uso responsable y crítico a la tecnología.

Adicionalmente se busca motivar la curiosidad científica del alumno a través de actividades de tipo lúdico-educativo. Los más jóvenes viven en una sociedad rodeada de productos tecnológicos en constantes cambios y que en su mayoría son utilizados como un complemento de diversión. La robótica en el aula crea nuevos escenarios educativos para que un producto de carácter lúdico pueda ser utilizado para ese fin y así los alumnos desarrollen conceptos que les permitan abordar problemas cotidianos relacionados con el buen uso de las tecnologías.<sup>40</sup>

Según Barrera (2014), estos saberes se hacen indispensables en la interacción sociocultural y en la interacción con el entorno natural de los ciudadanos del s. XXI. A su vez dice que motivar la curiosidad y el saber científico a través de la indagación y la experimentación y la construcción de los saberes, disminuye la distancia entre el conocimiento científico y los saberes cotidianos. Para alcanzar estos fines se fija la robótica como un método instrumental, haciendo lo posible por integrar y materializar algunos de los saberes abordados en otras áreas de formación de la educación básica o media.

Como se ha visto anteriormente todas estas aproximaciones quedan reflejadas en los informes *Horizon Report* (2014, 2015 y 2016) realizados por *Educase y New Media Consortium* con la colaboración de otras empresa, organismos y profesionales del sector a nivel mundial en un proyecto de investigación de una década de duración diseñado para identificar y describir las tecnologías emergentes que puedan tener un impacto en el aprendizaje, la enseñanza y la investigación en el presente, futuro inmediato y futuro lejano. En él podemos observar la aplicación de la robótica educativa como una tendencia de aprendizaje en un entorno de tres a cuatro años.

La robótica educativa permite el desarrollo de objetivos, contenidos y competencias propias de la asignatura de tecnología (Ocaña, 2012). Como consecuencia de la incursión de estas prácticas con la posibilidad de su aplicación bajo un aprendizaje basado

---

<sup>40</sup> El programa educativo en España corresponde a las competencias de cada comunidad autónoma. Este estudio se centra en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid a miércoles 20 de mayo de 2015 (Fuente: [https://www.bocm.es/boletin/CM\\_Orden\\_BOCM/2015/05/20/BOCM-20150520-1.PDF](https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2015/05/20/BOCM-20150520-1.PDF)), ya que se concentran el mayor número estudios y casos prácticos de la robótica educativa dentro de la formación reglada.

También se hace referencia al Boletín Oficial del País Vasco, ya que es en Bilbao (Vizcaya) el lugar donde posteriormente se realiza el estudio físico de todos los planteamientos e investigación. Este estudio se centra en el Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Básica. (Fuente: <https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/2016/01/1600141a.shtml>)

en proyectos, surgió la iniciativa de su incorporación a un programa educativo dentro de la formación reglada en la asignatura de tecnología.

### **3.8. Historia y evolución.**

A la hora de realizar una investigación histórica de la evolución desde los primeros mecanismos de la historia hasta los robots más evolucionados a día de hoy, se encuentran un sinnúmero de textos y material documentativo.

Para este trabajo se ha realizado un breve resumen de lo que ha sido la evolución a lo largo del tiempo con los momentos más representativos para llegar al tema que compete esta investigación: la robótica en la educación.

#### ***3.8.1. Historia de la robótica: Evolución tecnológica.***

Desde la antigüedad uno de los mayores deseos de la sociedad ha sido la creación de máquinas capaces de realizar el trabajo de una persona. La posibilidad de dar vida a un objeto estático uniéndolo a los avances mecánicos, científicos, electrónicos y tecnológicos para conseguir imitar los movimientos y la apariencia de un ser humano.

Los primeros mecanismos datan en la Edad Antigua, tanto griegos como egipcios fueron los precursores en el desarrollo de la ingeniería y de la mecánica. Estas civilizaciones conocían y utilizaban los principios y leyes de la física que todavía hoy en día se están utilizando como por ejemplo la rueda, engranajes, poleas, palancas etc. Por primera vez, los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses y los griegos levantaron estatuas que operaban y giraban con sistemas hidráulicos, consiguiendo de esta manera la fascinación del pueblo.

No fue hasta la época renacentista cuando se produjo el gran interés por el pensamiento mecánico y las ciencias. Esto hizo que impulsara a todas las mentes para el desarrollo por la invención de artefactos. Nace Leonardo Da Vinci (1452-1519) catalogado como el mayor inventor de la historia fabricando la primera máquina para volar. Más tarde, el matemático Blaise Pascal (1623-1662) inventando una máquina capaz de hacer operaciones de cálculo.

El inicio de la robótica actual lo podemos situar en la industria textil de s. XVIII, cuando Joseph Jacquard inventa en 1801 una máquina textil que podía ser programada mediante tarjetas perforadoras.

Hasta el s. XVIII, se creía que este progreso mecánico iba acompañado de un progreso social y económico, pero a raíz de la evolución de la Revolución Industrial se empezó a cuestionar el trabajo que realizaban las máquinas. Esto significaba que existía un sentimiento generalizado en la sociedad de que las máquinas dejaban de ayudar y comenzaban estas a ser sustituidas por personas para la mano de obra. A su vez se comenzó a ver que el desarrollo y fabricación de estas, requería de la explotación de recursos natu-

rales, el medio ambiente empezaba a resentirse y el ser humano comenzaba con enfermedades.

Según Sánchez Ruiz-Velasco (2007), ya entrando en el S. XX, se introduce por primera vez la denominación “Robot” en 1920 en una obra teatral llamada “Los Robots Universales de Rossum”, escrita y dirigida por el dramaturgo y artista checo Karel Capek. La obra se desarrollaba en un escenario en el que un hombre fabricó un robot para que les ayudase a tareas forzosas y finalmente este le acababa matando. A partir de este momento de la obra, se acuñó el término “robot”, proveniente del checo que significa servidumbre o trabajo forzado.

En 1929 surgen varios desencadenantes como la crisis mundial donde la sociedad percibe un malestar y comienza a criticar el avance tecnológico y el sistema industrial. Esto se pone de manifiesto con la llegada de la primera guerra mundial donde muestra su carácter de destrucción a través del uso de la maquinaria creada por los avances tecnológicos del ser humano.

En 1939 comenzó la segunda guerra mundial en la que surgieron multitud de mecanismos de control y autómatas para el pilotaje de aviones. También máquinas cibernéticas donde ya los robots comenzaban a perder esa percepción formal de humanos, dando por sentado que su morfología a partir de ahora vienen dados por su función.

A su vez, en el mismo año Isaac Asimov comenzó en sus novelas con la descripción del término robot y a él se le atribuye el acuñamiento del término robótica surgiendo las llamadas “tres leyes de Robótica”:

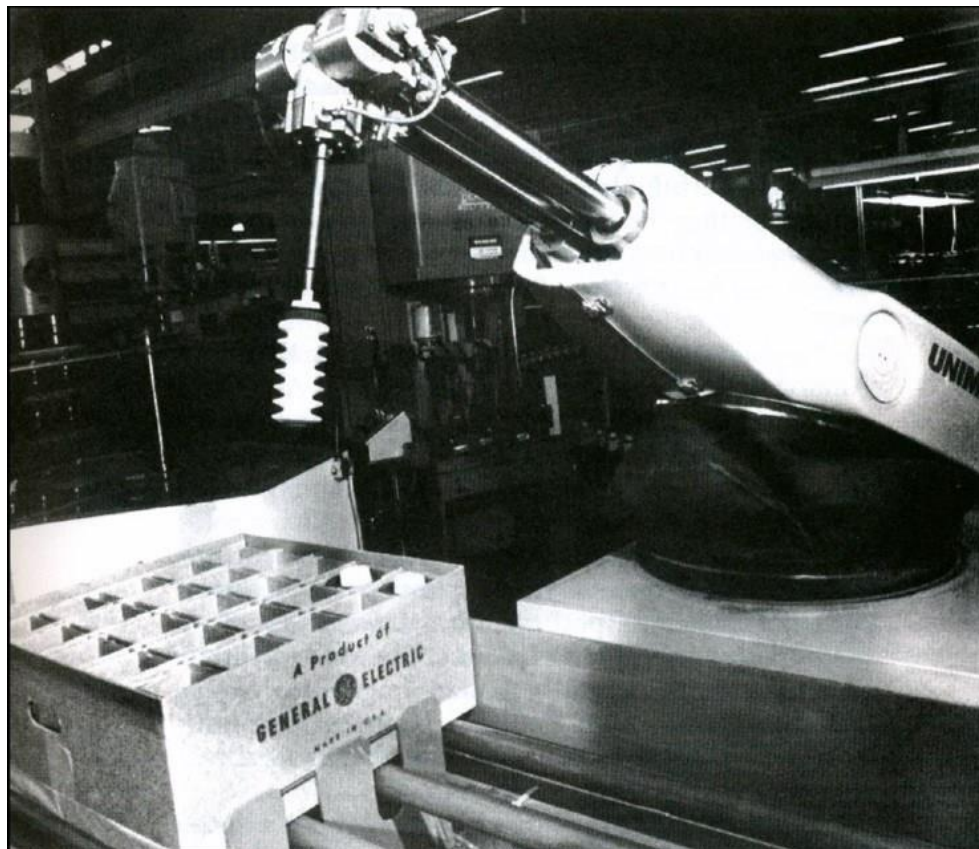
1. Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante la inacción, que un ser humano sufra daños.
2. Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo que estén en conflicto con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos primeras leyes.

A mediados del s. XX. Se producen varios desencadenantes para la evolución de la robótica. El desarrollo en otros campos de la tecnología, donde se pueden incluir el inicio de los ordenadores, los actuadores de control, la transmisión de potencia de engranajes mecánicos, la tecnología con sensores, etc., han contribuido a flexibilizar los mecanismos autómatas para desempeñar tareas dentro de la industria.

Pero entre todos los factores que intervienen para que se desarrollen los primeros robots en la década de los años 50 es la investigación para el desarrollo de la inteligencia artificial. Esta permitió el desarrollo de múltiples maneras de emular el procesamiento de la información humana a través de un ordenador e inventó así una gran variedad de mecanismos.

Con el objetivo de diseñar una máquina flexible, adaptable al entorno y de fácil manejo, donde actuase la inteligencia artificial con mecanismos y autómatas, George Devol,

pionero de la Robótica Industrial, patentó por primera vez en 1948, un manipulador programable que fue catalogado como el inicio del robot industrial (imagen 3.1).



Fuente: <https://i0.wp.com/comofuncionaque.com/wp-content/uploads/cfq/2015/09/unimate-robot.jpg>

**Imagen 3.1. “Unimate”. Primer robot comercial. 1956.**

La sustitución del operador por un programa de ordenador que controlase los movimientos del manipulador dio paso al concepto de robot. Devo 1948, predijo que el robot industrial conseguiría "[...] ayudar al trabajador de las fábricas del mismo modo en que las máquinas de ofimática habían ayudado al oficinista".

Se introdujo la idea de la fábrica del futuro, aunque en un primer intento el resultado y la viabilidad económica fueron desastrosos.

Desde 1950 se pueden distinguir cinco momentos relevantes en el desarrollo de la Robótica industrial:

1. El laboratorio ARGONNE diseña, en 1950, manipuladores amo-esclavo para manejar material radioactivo.
2. Unimation, fundada en 1958 por Engelberger, y hoy absorbida por Whes-tinghouse, realiza los primeros proyectos de robots a principios de la década de los sesenta, instalando el primero en 1961 y posteriormente, en 1967, un conjunto de ellos en una factoría de General Motors. Tres años después, se inicia la implantación de los robots en Europa, especialmente en el área de fabricación de automóviles. Japón comienza a implementar esta tecnología hasta 1968.
3. Los laboratorios de la Universidad de Stanford y del MIT acometen, en 1970, la tarea de controlar un robot mediante computador.
4. En el año de 1975, la aplicación del microprocesador transforma la imagen y las características del robot, hasta entonces grande y costoso.
5. A partir de 1980, el fuerte impulso en la investigación, por parte de las empresas fabricantes de robots, otros auxiliares y diversos departamentos de Universidades de todo el mundo, sobre la informática aplicada y la experimentación de los sensores, cada vez más perfeccionados, potencian la configuración del robot inteligente capaz de adaptarse al ambiente y tomar decisiones en tiempo real, adecuarlas para cada situación.

A partir de los años 80 hasta el s. XXI, la robótica comienza a avanzar a gran velocidad y se sumerge en numerosos proyectos. Esto ha sido posible gracias al auge de Internet y de las nuevas tecnologías TIC.

Son varios los autores (Guedes, Guedes, & Laimer, 2015), (Robolivre, 2013), que destacan el proyecto ASIMO, iniciado en 1986 por la compañía Honda Motor (imagen 3.2). Un robot con forma humanoide diseñado para ayudar a las tareas domésticas y a la vez ayudar a los alumnos a estudiar ciencias y matemáticas. Por primera vez se comienza a hablar de la robótica en la educación.



Fuente: <https://i0.wp.com/comofuncionaque.com/wp-content/uploads/cfq/2015/09/unimate-robot.jpg>

**Imagen 3.2. Robot “Asimo”. Honda Motor. 2000.**

En el año 2000, después de más de una década de investigación y desarrollo, Honda presentó a ASIMO, acrónimo de Avanced Step in Innovative Mobility, una avanzada innovación en movilidad para una nueva era. Desde su nacimiento, ASIMO ha tenido grandes adelantos, con actualizaciones presentadas hasta 2017.

Entre otros ejemplos podemos encontrar publicado en la revista *Cómo Funciona* (2013), el robot NAO. Este consigue reconocer las caras de una persona e interactuar en conversación. También se presentan RI\_MAN y RIBA II como robots que prestan asistencia a otras personas cuando solicitan ayuda.

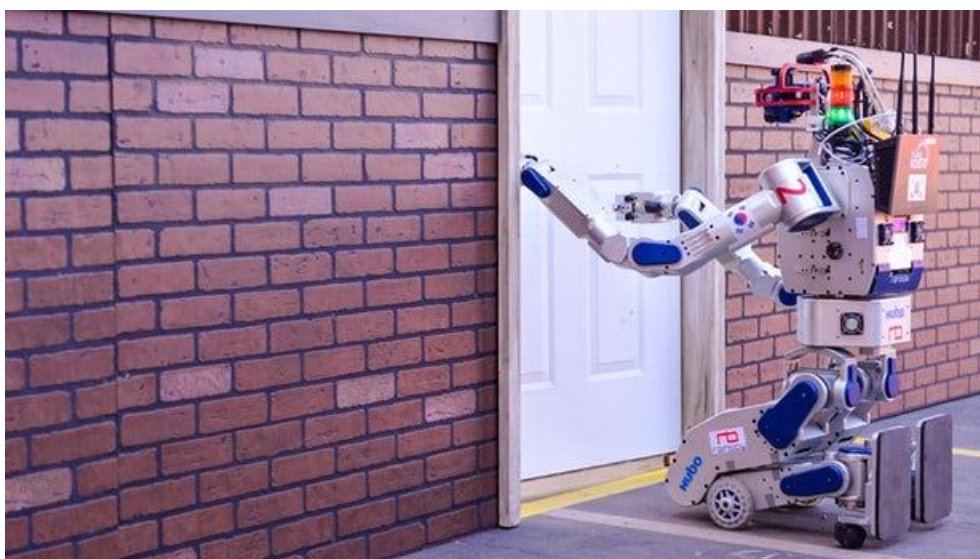
Una de las grandes cuestiones que se plantea la sociedad en términos generales es la evolución de estas máquinas. Desde la revolución industrial dos son los planteamientos que ha generado su uso, si las máquinas sustituirán al ser humano en sus funciones y cómo evolucionará este o finalmente siempre se constituirá como una herramienta de apoyo a las personas.

### ***3.8.2. Robótica en la actualidad: Una tendencia a corto plazo.***

Desde 2016 se comienza a percibir un movimiento por parte de fabricantes e ingenieros que el campo de la robótica está atravesando una gran transformación. Una gran cantidad de empresas que poco o nada tenían que ver con este sector han comenzado a moverse por la adquisición de estos recursos.

Satyandra K. Gupta<sup>41</sup> (2016), dijo que al igual que otras nuevas tecnologías de fabricación digital como por ejemplo la Impresión 3D o realidad aumentada o virtual, los costes de la robótica se están abaratando muy rápidamente. Países que estaban considerados la cuna de la tecnología<sup>42</sup> están siendo superados por otros países que hasta ahora no habían emergido.

Un ejemplo actual sería China. Los fabricantes están haciendo importantes inversiones para la adquisición de empresas de nuevos robots para la industria. También están desarrollando sus propios diseños para sacarlos a un bajo coste en el mercado. A su vez, un equipo de Corea del Sur construyó el robot que ganó la DARPA Robotics Challenge (imagen 3.3), superando a equipos de los Estados Unidos, Europa y Japón. Suiza, los Países Bajos y los Emiratos Árabes Unidos, se encuentran entre algunos de los otros países que invierten fuertemente en la inteligencia artificial (IA), la robótica, y la nanorobótica.



Fuente: <https://newatlas.com/darpa-drc-finals-2015-results-kaist-win/37914/>

**Imagen 3.3. “DRC-HUBO”. Equipo Kaist de Corea del Sur. 2015.**

---

<sup>41</sup> Satyandra K. Gupta. Profesor de ingeniería mecánica en la universidad de Maryland, en college Park, y director de Maryland Robotic Center. Fuente: <http://www.web-robotica.com/robotica/seis-tendencias-recientes-en-robotica-y-sus-implicaciones> (2016).

<sup>42</sup> Las innovaciones en robótica se desarrollaban oficialmente en Japón, Estados Unidos y algunos países de la Unión Europea como por ejemplo Francia o Alemania. Fuente: <http://www.web-robotica.com/robotica/seis-tendencias-recientes-en-robotica-y-sus-implicaciones> (2016).



Una de las herramientas que ha permitido el auge de la robótica ha sido el desarrollo de la inteligencia artificial (IA). Según Madariaga (2017) la IA es una ciencia perteneciente a la rama de la cibernética, que estudia el mecanismo de la inteligencia humana con el fin de crear máquinas inteligentes, capaces de realizar cálculos y de pensar, elaborar juicios y tomar decisiones.

Según un grupo de profesores del IE Business School Madrid (2017), identifican cuáles serán las principales tendencias que marcarán el devenir tecnológico, destacando por encima de toda la inteligencia artificial aplicada a la robótica.<sup>43</sup>

Silvia Leal, profesora de esta escuela de negocios destaca que estas tecnologías generarán 153.000 millones de dólares para el año 2020, según el informe Robot Revolution.<sup>44</sup>

Según la consultora Gartner (2017), afirma que “[...] para 2020 tendremos más conversaciones con robots que con nuestras parejas”, dejando claro el impacto que estos nuevos desarrollos tendrán sobre la economía y la sociedad serán importantes e imparable: “[...] aquellos que busquen renovación profesional es una buena forma de empezar”.<sup>45</sup>

Desde un punto de vista de aplicación social se está produciendo en la incursión de la robótica en las TIC. En la nueva era de la digitalización los robots poseen acceso a una gran cantidad de datos en las redes sociales. Gupta (2017) dice que “[...] la robótica puede extraer datos de imágenes, videos y mapas de todo tipo de redes sociales a través de las técnicas de IA, como algoritmos de aprendizaje profundo, adquirir nuevas capacidades de percepción que puedan a su vez ampliar su capacidad de entender el medio ambiente”.

Este aprovechamiento de los datos a través de los medios de comunicación, generalmente realizados a través de un teléfono móvil, con la participación de la sociedad de una manera indirecta supone la antesala de las nuevas generaciones de robots donde serán ayudados a adquirir nuevas habilidades.

Según la Consultora Gartner (2016) citado en la revista *El Economista*, las grandes empresas y marcas abandonarán sus aplicaciones móviles en favor de los robots. Estas

---

<sup>43</sup> IE Business School está reconocida entre las mejores escuelas del mundo en rankings internacionales como los que se publican en Financial Times, BusinessWeek, Forbes, The Economist, Aspen Institute o América Economía, por la calidad ofrecida en sus programas de máster y de executive education. Fuente: <https://www.ie.edu/es/business-school/escuela-negocios/> (2017)

<sup>44</sup> Robot Revolution es un informe realizado por el Bank of America Merrill Lynch donde señala que los robots y la inteligencia artificial están empezando a formar parte de la vida diaria de las personas en áreas como trabajo, movilidad, seguridad, entretenimiento, etc. Fuente: <https://about.bankofamerica.com/en-us/what-guides-us/driving-responsible-growth.html#fbid=3XadLPzija6> (2016)

<sup>45</sup> Consultoría Gartner es una empresa fundada en 1979 con sede central en Stamford (EE. UU.), dedicada a la consultoría y a la investigación de nuevas tecnologías TIC. Fuente: <https://www.gartner.com/technology/home.jsp> (2017)

tecnologías TIC marcarán las nuevas tendencias a corto plazo y evolucionarán a través de la robótica a través de:

- *“Inteligencia conversacional: Para entender a un usuario, la robótica tiene que ser capaz de establecer un diálogo bidireccional con el mismo, reaccionando al habla coloquial y conociendo las expresiones más utilizadas. Se requerirá una investigación más exhaustiva en este terreno para su posible desarrollo”.*
- *“Inteligencia cognitiva: El robot debe poder entender no solo lo que se dice, sino lo que se quiere decir y hacer. La comprensión y razonamiento lógico es básico para la interacción, pero para un resultado óptimo al tratar con consumidores, se requerirá al robot de un extra que se genera de una forma natural entre las relaciones de los seres humanos”.*
- *“Inteligencia artificial asistida por humanos: La supervisión de humanos y su interacción en la formación de los robots, será clave para que estos aprendan más rápido de los humanos en lugar de aprender por sí mismos y poder cometer errores en este proceso”.*
- *“Integración de canales: Los robots deberán funcionar no como entes independientes sino en un sistema centralizado que aglutine distintos canales de comunicación de los usuarios: webs, teléfono, mensajería, chats, redes sociales, etc.”.*
- *“Aplicación de la biometría de voz: Los robots que convivirán con los humanos tendrán que tener sistemas de biometría de voz para reconocer a los usuarios sin necesidad de introducir identificaciones ni contraseñas. De esta manera se convertirá en el método más seguro para la autenticación”.*

En la actualidad la robótica ha venido para quedarse y junto con todas las TIC ya se está instaurando en todas las actividades que conforman la sociedad. Uno de ellos es en el entorno educativo. Ya son varios años los que se han estado promoviendo su uso en las escuelas y cómo incorporar las herramientas a los métodos de aprendizaje y conocimiento.

La Comisión Europea establece que para el año 2020 se habrán destinado más de 13 millones de euros para subvencionar iniciativas, actividades y proyectos que se dediquen a impulsar el atractivo de las carreras orientadas a las ciencias y la tecnología y promoviendo el interés por las asignaturas de carácter más técnico como las matemáticas, la mecánica, la física, el dibujo etc.

El objetivo principal será utilizar todas las nuevas herramientas generadas por las TIC para fomentar y desarrollar nuevos enfoques interdisciplinarios dentro de la formación reglada.

Para la generación de estas medidas, la introducción a la programación y a las partes que componen la robótica se entienden como fundamentales para el desarrollo educativo y tecnológico del niño.

### **3.9. Robótica en la educación.**

La robótica en un escenario educativa se convierte en una herramienta para facilitar el aprendizaje y el conocimiento, permitiendo al alumno fomentar y desarrollar nuevas habilidades en competencias como la creatividad y la iniciativa y junto a las materias curriculares dar una respuesta eficaz frente a la evolución tecnológica.

La presencia de la robótica en el ámbito educativo no intenta formar a los alumnos en una materia o unidad didáctica propiamente de robótica, sino que intenta aprovechar sus recursos interdisciplinarios, que junto a otras disciplinas como las matemáticas, la física, la electrónica, la mecánica y la informática genera nuevos entornos beneficiarios para la educación y la formación.

#### **3.9.1. Marco conceptual.**

La robótica educativa se inicia a través de las investigaciones y desarrollos realizados en torno a los años 60 por Seymour Papert y otros investigadores del Laboratorio de Medios del MIT, quienes crearon un proyecto de construir dispositivos tecnológicos para que los niños pudiesen construir edificios y máquinas.

En los años 80, estos artefactos llegan a las escuelas de forma de juguete, pero surge el desconcierto y la preocupación de qué hacer con ellos. Es el propio Papert (1993), padre de las metodologías constructivistas en la educación, quien se manifiesta en la necesidad de crear una nueva educación en la que el conocimiento se valora por la utilidad y por ser compatible con los demás en un proceso colaborativo y a su vez adecuarse al estilo personal de cada uno.

Todas estas ideas de Paget y posteriormente de Vigotski, ofrecen una metodología adecuada para poder implementar estas nuevas tecnologías dentro del panorama educativo y su aplicación dentro de las aulas.

La robótica educativa en las últimas décadas ha crecido de una forma muy rápida en casi todo el mundo al ritmo que van evolucionando las nuevas tecnologías. Esto se forma como un proceso natural ya que las TIC forman recursos tecnológicos que hacen que se incorporen de una forma rápida en el ámbito educativo.

La incorporación de estas nuevas tecnologías tiene por objetivo utilizar la robótica educativa para obtener mejores resultados de aprendizaje de los que se consiguen con la educación tradicional.

Para Sánchez y Ruiz Velasco (2007), la robótica educativa también se conoce como robótica pedagógica es una disciplina que tiene por objeto la concepción, creación y puesta en marcha de productos y prototipos robóticos y la utilización de programas especializados con fines pedagógicos (Bravo Sánchez & Forero Guzmán, 2012).

Sánchez autor que ha realizado un trabajo extenso sobre el tema la define como “[...] una disciplina que tiene por objeto la generación de ambientes de aprendizaje basados

fundamentalmente en la actividad de los estudiantes. Es decir, ellos pueden concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes proyectos que les permitan resolver problemas y les facilita al mismo tiempo, ciertos aprendizajes, se ha desarrollado como una perspectiva de acercamiento a las soluciones de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales y experimentales, la tecnología y las ciencias de la información y la comunicación, entre otras. [...] Uno de los factores más interesantes es que la integración de diferentes áreas se da de manera natural. En este ambiente de aprendizaje innovador los estudiantes ocupan la mayor parte del tiempo simulando fenómenos y mecanismos, diseñando y construyendo prototipos que son representaciones de la realidad tecnológica circundante, o son sus propias invenciones...”

Se entiende como un recurso o materia que se encarga de concebir y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien y muestren interés por el estudio de las ciencias.

Esta permite crear nuevos escenarios donde genere condiciones de aprendizaje que permita a los alumnos a fabricar y desarrollar sus propias ideas combinando materias curriculares relacionadas con la tecnología. Y otras áreas del conocimiento como las matemáticas, la física, la tecnología y las ciencias.

Según Odorico (2004), crear un ambiente de aprendizaje con robótica educativa, es una experiencia que contribuye al desarrollo de nuevas habilidades, nuevos conceptos, fortalece el pensamiento sistémico, lógico, estructurado y formal del estudiante, al tiempo que desarrolla su capacidad de resolver problemas concretos para dar una respuesta a los entornos cambiantes.

Ruiz Velasco (2007) lo describe de la siguiente forma; “[...] la robótica es una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología. Se ha desarrollado con una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas de conocimiento. Es decir, la robótica educativa integra diferentes áreas de conocimiento y esta integración es facilitada por el mismo robot, lo cual la hace significativa por la conexión entre la acción concreta y la codificación simbólica de las acciones utilizando robots”.

Según Belén y Pittí (2012), una práctica que favorece al desarrollo de habilidades y apropiación del conocimiento está en la manejo de ambientes de aprendizajes utilizando la robótica como recurso tecnológico ya que le favorece al educando, y al mismo tiempo logra la capacidad de solucionar problemas determinados, obteniendo de ello una respuesta eficiente. También señala a la robótica como un recurso en distintos campos en donde se requiera tecnología, la misma que permite solucionar problemas en el ámbito educativo, es decir logra en el estudiante un enfoque multidisciplinario debido a que logra incorporar varias asignaturas.

López Ramírez y Andrade Sosa (2013), dicen que “[...] utilizar robótica educativa en el aula de clase permite obtener al estudiante la capacidad de mantener la atención y la concentración contribuyendo al desarrollo de nuevas habilidades. Por lo tanto, esta debe despertar el interés en el alumno y transformar las asignaturas más tradicionales en áreas más atractivas e integradoras, que consigan solucionar las dificultades que tienen en el aprendizaje, considerándose muchas de ellas aburridas y poco interesantes”.

Muchas de las asignaturas para un alumno poco motivado se presentan como aburridas y poco interesantes. La incursión de la robótica ha generado un ambiente para generar conocimiento a través de la motivación, interesándose por el resto de las asignaturas y fomentado la creatividad del educando (Márquez & Ruiz, 2014).

A su vez se considera una estimulación para los niños y los más jóvenes estudiantes, ya que en ocasiones se preguntan la aplicación de los conceptos y contenidos teóricos aprendidos en las escuelas.

Se puede concluir con la lectura de varios autores en la que todos están de acuerdo de una forma generalizada, que la incursión de la robótica como recurso y herramienta tecnológica favorece:

- Nuevas habilidades que favorecen los procesos cognitivos.
- Despertar el interés por las ciencias y las tecnologías.
- Fomentar la creatividad.
- Construcción del conocimiento.
- Integración multidisciplinar.
- Creación de nuevos escenarios de aprendizaje.
- Motivación y ganas por adquirir conocimiento.
- Puesta en práctica de los conocimientos teóricos en casos reales.
- Integración de herramientas TIC en casos prácticos.
- Integración colaborativa.

La introducción de la robótica en el aula a supuesto llevar a cabo todas estas prácticas y a la vez realizar una serie de transformaciones que no solo influye en los métodos tradicionales de enseñanza, sino que, además, de una forma más directa influye en los organismos que dirigen la educación curricular reglada.

Según Carrillo y Suscal (2017), a pesar de que ya son varios los centros donde se implanta la robótica como herramienta, todavía se debe dar una solución a tres problemas fundamentales:

- Por falta de lineamientos pedagógicos y metodológicos que orienten a los profesores sobre la adquisición de conocimiento de y con la robótica. Todavía no existen estándares para el área tecnológica e informática, ni se encuentran propuestas estructuradas para trabajar la robótica en la escuela.

- La necesidad de formación del docente para utilizar los recursos y aplicar una determinada metodología para el aprendizaje de los conceptos básicos de la robótica y de los elementos que lo componen.
- La falta de infraestructura y recursos; se necesita dotar a las instituciones educativas de los recursos necesarios para poder implementar sistemas y llegar hasta la automatización de los mismos, ya que las instituciones educativas se encuentran con el gran inconveniente de los altos costos de los elementos necesarios.

Estos motivos hacen que la robótica educativa todavía se vea como una herramienta diferenciadora para muchos centros, en su mayoría por el alto valor de precio que significa instalar todas estas herramientas y otras porque solo se ve como un elemento privativo para los que estudian en las áreas técnicas. Pero esta debe considerarse como una herramienta más de las nuevas TIC para el aprendizaje dentro de una formación reglada.

### **3.9.2. Aproximación nacional.**

En la actualidad la robótica se encuentra en pleno auge dentro del ámbito educativo de España siguiendo la misma línea y pautas que marcan otros países pioneros. El nexo de unión es el esfuerzo por implantar los métodos de enseñanza más atractivos y estimulantes para los alumnos.

En España, tanto la programación como la robótica ya son asignaturas curriculares en algunas comunidades autónomas<sup>46</sup>. Sus inicios se fijan a principios del s. XX donde el Ministerio de Educación fijaron dentro del marco de la LOGSE los contenidos sobre la Robótica en la educación secundaria obligatoria.<sup>47</sup>

Se estableció que los contenidos tenían que incluir tecnologías de la información y control automatizado. De esta manera se introdujo en las escuelas experimentación con sistemas informáticos, sensores, actuadores y aplicación de la retroalimentación en dispositivos de control. A su vez metodologías basadas en diseño y construcción de robots, el uso del ordenador como elemento de programación y control y comprobar el funcionamiento de los sistemas diseñados.<sup>48</sup>

Desde sus inicios el objetivo de implementación siempre ha sido el mismo, aplicar la robótica al currículo de tecnología de una forma dinámica, creativa y rigurosa. Según García (2016), su aplicación a la asignatura de tecnología es fundamental porque esta se caracteriza por ser una materia multidisciplinar. Como se ha visto en el capítulo 1, el

---

<sup>46</sup> Como se verá en el siguiente capítulo, las unidades didácticas de “Programación y Robótica” se realizan dentro de la asignatura curricular de Tecnología.

<sup>47</sup> Real decreto 3473/2000 dentro del marco de la LOGSE. Fuente: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-1152>

<sup>48</sup> Fuente: <http://www.educa2.madrid.org/educamadrid/>

conjunto de todas ellas bajo la denominación STEAM, se aplican conocimientos y habilidades técnicas, pero también científicas, estéticas y comunicativas, y otras capacidades incluidas en la evaluación por competencias. Por ello los alumnos han de ser capaces de reflexionar sobre lo que hacen, observar su trabajo, analizar el proceso seguido y cuando sea necesario corregirlo. El objetivo principal es aprender y generar conocimiento con la robótica, no hacer robótica.

Son muchas las empresas, fundaciones y organismos que se están orientando en esta línea de actuación, especialmente en el campo de las nuevas tecnologías orientadas a la robótica, apoyados por el amplio abanico de la oferta existente y la atracción que despierta entre los más jóvenes.<sup>49</sup>

Como se ha comentado anteriormente, en su mayor parte ya están en mayor o menor medida implementadas en los centros escolares dentro de la formación reglada en la asignatura de tecnología. Pero esta opción no permite una completa formación en base a estas herramientas. Las iniciativas que surgen vienen a través de actividades extraescolares de un año académico de duración, talleres, fundaciones con o sin ánimo de lucro, universidades o empresas privadas.

Para este trabajo de investigación y desarrollo se centra ya en distintos proyectos que desde inicios de este siglo se han consolidado tanto a nivel nacional como a nivel mundial.<sup>50</sup> A continuación, se hace una selección tanto de proyectos como de empresas y productos que han sido influyentes dentro del panorama educativo.

### *3.9.2.1 Experimental School Environments.*

En 1997 la Comisión Europea trataba de buscar nuevos proyectos para la investigación de instrumentos y herramientas basadas en las nuevas tecnologías de la información:

“[...] investigarán “nuevos paradigmas” de aprendizaje basados en el desarrollo de instrumentos o entornos nuevos, basados en las tecnologías de la información. Los nuevos paradigmas investigados harían del aprendizaje una actividad divertida, estimulante y atractiva, tanto en el plano personal como en el de grupo, promoviendo el desarrollo de destrezas clave, como la creatividad, la expresión personal y aprender a aprender. (Comisión Europea, 1997, página 1).”

Se consideraba que los niños poseían un potencial de aprendizaje muy alto, ya que cuando son pequeños son seres especialmente curiosos y están preparados a nuevas ideas y experiencias educativas.

---

<sup>49</sup> El desarrollo de las nuevas tecnologías que gira en torno a la robótica ha permitido nuevos proyectos que se engloban dentro de las TIC y las TAC como por ejemplo desarrollo de nuevas aplicaciones, software de programación, diseño de producto en torno al robot, electrónica educativa, nuevos escenarios de aprendizaje, etc.

<sup>50</sup> El objetivo de esta investigación es una búsqueda de los proyectos más influyentes que han contribuido a la aplicación de la robótica en el panorama educativo. El fin es el posterior desarrollo de unos objetivos para la ejecución de la robótica en la educación con unos parámetros ya preestablecidos y testeados.

Para ello surgió la iniciativa Experimenta School Environments. A través de ella se financió diez proyectos para fomentar instrumentos educativos que desarrollaran en el alumno nuevas habilidades y capacidades cognitivas. Se trabajó aspectos relacionados con el desarrollo de la comunicación y colaboración, la creatividad, la resolución de problemas, la metacognición y los recursos dedicados a satisfacer las necesidades de educación especial.

Siraj-Blatchford (2005) citado por Galán y Garrote (2016), describen los distintos proyectos que se llevaron a cabo:

- Caress: crearon nuevas herramientas tecnológica para la educación que motivaban al alumno a potenciar y desarrollar su creatividad, imaginación y expresión en entornos acústicos interactivos.
- Children in Chros and Chronos: desarrollaron el razonamiento espacio-temporal infantil mediante un juego reforzado y el sistema de posicionamiento global conocido como GPS.
- KidStory: surgió para la narración de historias creando distintas interfaces con zoom y espacios reactivos.
- Construction kits made of Atoms and Bits: adaptó la tecnología empleada por niños de mayor rango de edad a los más pequeños para que fuesen capaces de diseñar y construir sus propios objetos cibernéticos.
- éTUI: fabricó juguetes robóticos programables que estimulaban a los niños para aprender jugando.
- Today´s Stories: su finalidad consistía en que los niños realizasen todos los días videos a través de cámaras portátiles para que reflexionasen sobre sus propias acciones y vieses el punto de vista de lo que habían realizado sus compañeros.
- Networked Interactive Media in Schools: implementó ordenadores en red, interfaces intuitivas de usuarios y grandes pantallas interactivas.
- Puppet: presentó a los niños nuevas formas de inventar y dirigir cuentos en un teatro virtual.
- Playground: capacitó a los niños para el diseño y programación de sus propias reglas en juegos de micromundos.
- Pogo: diseñó y fabricó herramientas y juguetes intuitivos que permitieron pasar al mundo de la sociedad actual a los personajes favoritos de los niños.

El desarrollo de estas actividades y proyectos fueron realizados gracias a dos grupos de trabajo, *Children's Awareness of Technology* que estaba formado en su mayoría por investigadores en educación para la aplicación de las TIC en proyectos educativos y por *KidsLab* que centró su estudio al desarrollo de los distintos enfoques del diseño en entornos de aprendizaje enfocado a los niños.



### 3.9.2.2 Robotis KidsLab.

Empresa activa desde principios del s. XXI, en la actualidad (2019) diseña y desarrolla un programa educativo para trabajar distintas habilidades y competencias que los niños necesitan de cara al futuro. Para ello utiliza la robótica como nexo de unión desde un enfoque de educación primaria hasta el principio de la etapa universitaria.

Según la NT Creativas define el proyecto de *Robotis KidsLab* de la siguiente manera:<sup>51</sup>

“[...] queríamos utilizar un sistema de calidad y con el que realmente los más jóvenes aprendieran y sin ninguna duda este es el programa educativo que nos pareció más completo. Además de ser divertido y entretenido para los alumnos, dispone de manuales muy bien diseñados y preparados para explicar conceptos a los alumnos y que no se limiten a construir sin profundizar en su funcionamiento. Éste es uno de los inconvenientes que veíamos a otros sistemas de montaje de robótica educativa, que se limitan a construir, y sin ninguna duda *Robotis KidsLab* (imagen 3.4) aporta mucho más y es un programa educativo completo.”

Este proyecto de robótica educativa se basa en cuatro niveles ascendentes de dificultad en los que aparece de una forma guiada para el aprendizaje tanto del alumno como del monitor para realizar el rol de profesor.

Las actividades y los ejercicios se fundamentan en aspectos científicos y tecnológicos donde a través de elementos como la electricidad, la gravedad, la mecánica etc. Los niños son protagonistas de sus propias construcciones potenciando así su creatividad y el pensamiento científico.

Para una programación educativa de primaria se realiza en cuatro niveles:<sup>52</sup>

- El Nivel 1 nos sumerge en los inicios de la robótica más básica. Para ello, los alumnos trabajarán con un motor de corriente continua, un interruptor y una batería.
- El Nivel 2 muestra las bases de cómo interactúa un robot con placa controladora. El profesor ayuda a entender la teoría científica, tecnológica, matemática y física mediante 12 experimentos de robótica. Además de ir comprendiendo la programación de cada uno de ellos.
- El Nivel 3 centra su contenido en la programación. Para ello, el programa se centra en la resolución de problemas mediante los diagramas de flujo a través de la robótica y juegos derivados de la misma.

---

<sup>51</sup> NT Creativas S.L. es una empresa de nuevas tecnologías asentada en Asturias y surge por la necesidad de divulgar las nuevas tecnologías a través de servicios de diseño 3D, impresión 3D, Robótica educativa y formación para niños, adultos y profesionales. También por la venta de productos oficiales a través de una tienda online. Fuente: <http://roboticay3d.com/contenido/8-nosotros>

<sup>52</sup> Programación desarrollada para una educación robótica por la empresa NT Creativas S.L. a través del producto Robotis Dream.

- El Nivel 4, habiendo asimilado la base de la robótica y los principios de la programación, prepara a los niños para poder participar en competiciones a nivel internacional como la *STEAM CUP*<sup>53</sup> o *RoboCup Junior*<sup>54</sup>.



Fuente: <http://support.robotis.com/en/>

**Imagen 3.4. Robotis Dream.**

Como se puede observar surgen nuevos escenarios de aprendizaje que ofrecen la posibilidad de desarrollar nuevas metodologías que favorezcan el uso de estas herramientas.

Robotis desarrolla un robot enfocado a la educación secundaria obligatoria, en el que se pueda incorporar materias interdisciplinarias de la educación reglada y realicen experimentaciones. En este caso se centrarán en ejercicios más propios de la mecánica, la electrónica y la programación, siempre a través de un proyecto basado en la construcción.

En la imagen 3.5 observamos el paquete educacional de *Robotis Dream* preparado para una educación basado en la tendencia STEAM.

---

<sup>53</sup> La STEAM CUP es una competición online que ofrece una oportunidad a niños y jóvenes de construir sobre las bases de la robótica, cultivar la competencia de nuevos profesionales y encontrar profesionales potenciales para liderar el futuro de la robótica. La participación es gratuita y se realiza en base a las diferentes publicaciones que se hacen a través de YouTube. Fuente: <https://www.ro-botica.com/tienda/STEAM-CUP/>

<sup>54</sup> La RoboCup Junior es una iniciativa de carácter educativo orientado a crear eventos robóticos locales, regionales e internacionales para los estudiantes jóvenes. El foco de la liga se encuentra en la educación y ofrece a los participantes la oportunidad de participar de intercambio internacional y compartir experiencias. Fuente: <https://ro-botica.com/tienda/RoboCup-Junior/>



Fuente: <http://support.robotis.com/en/>

**Imagen 3.5. “Robotis STEM”. 2010.**

### 3.9.2.3 *LEGO Mindstorms*

Como se ha comentado anteriormente, la participación activa del alumno es totalmente necesaria para un proceso de aprendizaje donde el estudiante y docente trabajan en unión para la resolución del problema.

Según Papert y Harel (1991), afirma que todo este conocimiento hay que ir construyéndolo a través de la experiencia: “[...] el constructivismo es la idea de que el conocimiento es algo que construyes en tu cabeza. El constructivismo nos recuerda que la mejor manera de hacerlo es construir algo tangible, algo fuera de tu cabeza, que es también personalmente significativo”.

Con el fin de favorecer la involucración de los alumnos y la construcción de los conceptos en base a una programación educativa se lleva adelante el desarrollo de unas aplicaciones que permitieran un aprendizaje de una manera más sencilla.

Al dar la oportunidad a los niños herramientas constructivistas, como el kit de *LEGO Mindstorms*, el profesor puede aportar una educación basada en la construcción del conocimiento, estas tecnologías dan a los niños la libertad de formar ideas, profundizar e investigar sobre ellas y construir nuevas desde una base de aprendizaje.

Una de las tecnologías que permite realizar este proceso e instaurarlo en la comunidad educativa es el kit de Robot y Software de *LEGO Mindstorms Education NXT*. Este kit fue elegido y aceptado por una alta masa social especialmente por su facilidad de uso y su versatilidad a la hora de adecuarlo a diferentes edades y conocimientos.

Según Ocaña, Romero, Gil y Codina (2015), catalogan estos robots como “[...] los robots educativos más utilizados a nivel mundial, son fáciles de montar y ensamblar y disponen de una gran variedad de piezas basadas en los montajes *LEGO Technic*”. A su vez poseen una gran cantidad de recursos didácticos, concursos a nivel mundial como la *First LEGO League*<sup>55</sup>, sensores avanzados como *HiTechnic*<sup>56</sup> o *Mindsensors*<sup>57</sup> y un software de diseño asistido por ordenador llamado *Lego Digital Designer*<sup>58</sup>.

Son varios los autores como Cortés, Arbeláez y Mendoza (2009) y Ocaña (2012) entre otros, que describen que aparte de poder contribuir a la construcción del conocimiento también se puede englobar dentro de la tendencia educativa STEAM, debido a que todo el material educativo desarrollado se centra como pilar fundamental de cada una de las unidades de conocimiento que los alumnos deben aprender.

En 1980, Papert escribió el Libro *Mindstorms: Children, computers and powerful idea*. En este libro hizo referencia a dos conceptos que iban a marcar el devenir de la educación: los niños pueden ser competentes en el uso de los ordenadores y aprender a usar un ordenador puede cambiar la manera de aprender en otras áreas.

En 1985, el kit de *LEGO Mindstorms* se desarrolló como un proyecto conjunto entre la compañía LEGO y MIT Media Lab en Boston. Por primera vez se desarrolló a su vez un software de programación denominado LEGO TC logo, que permitía al niño establecer una serie de órdenes de movimiento al robot a través del ordenador. Se estaba estableciendo las bases de la programación modular.<sup>59</sup>

Debido a que todavía la sociedad estaba en un proceso de acercamiento a las nuevas tecnologías y no poseían en todos los hogares un ordenador, no fue hasta mediados de los años 90 cuando se produjo una revolución.

En 1998 se sacó al mercado en *LEGO Mindstorms Robotics System* que se tradujo en un éxito de ventas. Esto vino acompañado de un nuevo lenguaje de programación, mucho más visual y fácil de utilizar e interpretar, el *pBrick* también conocido como el *ladrillo programable*.

---

<sup>55</sup> First Lego League es un desafío internacional que despierta el interés de los jóvenes por la ciencia y la tecnología. Fuente: <http://www.firstlegoleague.es/que-es-first-lego-league/>. Revisado: 18-08-18

<sup>56</sup> Fuente: <https://www.hitechnic.com/>. Revisado: 18-08-18

<sup>57</sup> Fuente: <http://www.mindsensors.com/>. Revisado: 18-08-18

<sup>58</sup> Fuente: <http://ldd.lego.com/en-us/>. Revisado: 18-08-18

<sup>59</sup> La programación modular está catalogado como un paradigma de programación que consiste en dividir un programa en módulos o subprogramas con el fin de hacerlo más legible y manejable. Entre los más conocidos destaca la programación modular Scratch. Fuente: <https://scratch.mit.edu/>. Revisado: 18-08-18

Con el objetivo de inspirar y estimular el interés de los jóvenes en la ciencia y la tecnología, se lanzó la primera *First LEGO League*, mediante una serie de retos prácticos que pondrían a prueba mediante la experiencia.

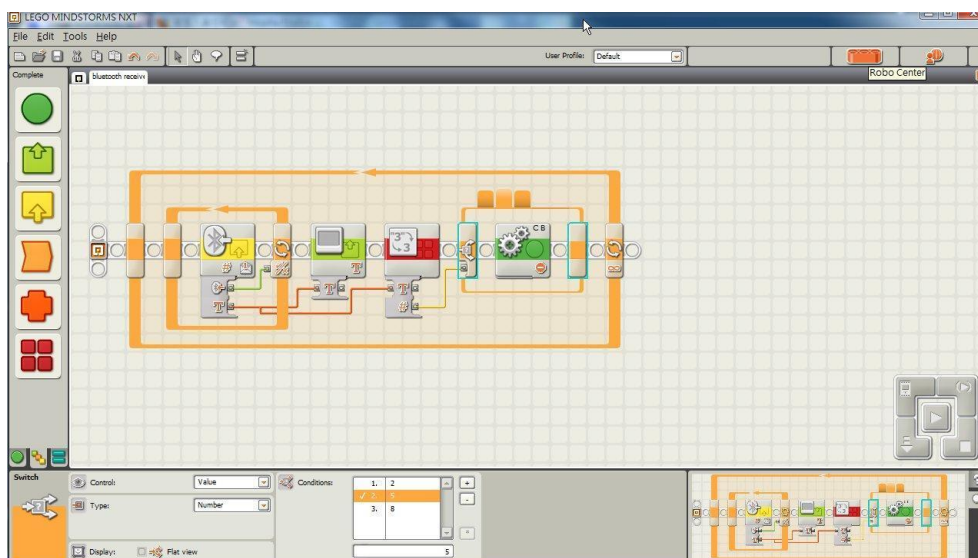
No fue hasta el año 2006 cuando se desarrolla el *LEGO Mindstorms NX*. Se compone de un kit de programación denominado *LEGO Mindstorms NXT Education* que incluye tanto la plataforma hardware como el software o aplicación destinada a programar para dar inteligencia o comportamiento a dicho robot, permitiendo así, múltiples posibilidades en el entorno educativo. En la imagen 3.6 se observa que la parte principal del robot es el “ladrillo” inteligente *NXT*, y que el resto son accesorios modulares que hacen su forma.



Fuente: Imagen extraída del documento realizado por Vega y Cañas (2014)

**Imagen 3.6. “LEGO Mindstorms NXT”. 2006.**

Vega y Cañas (2014) destacan el software de programación del robot educativo, y lo consideran como muy intuitivo permitiendo a los alumnos y profesores navegar muy fácilmente a través de él por un entorno de programación muy visual. En imagen 3.7, se puede observar que se basa en una programación modular y constructivista. Ésta, en concreto posee una serie de 46 tutoriales animados de distintos niveles de dificultad que resuelven retos o ejercicios para ayudar a los estudiantes y docentes a conocer cómo construir y programar un robot.



Fuente: Vega y Cañas (2014)

**Imagen 3.7. “Software LEGO NXT Mindstorms Education”. 2006.**

*LEGO Mindstorms* ofrece múltiples posibilidades de diseño en lo que software y hardware se refiere, presentando un gran número de sensores que facilitan la interacción del robot con su entorno, servomotores y diferentes lenguajes de programación.

Para Jiménez, Arango y Jiménez-Builes (2014), la aplicación de la robótica de LEGO comprende el estudio de tres ramas de la educación como la mecánica, la electrónica y la programación. Esto llevado al robot lo vemos en el ensamble de las piezas que lo compone, el uso de los sensores y servomotores y la programación de los mismos.

El aprendizaje a través de la programación permite al alumno a adquirir conocimiento de una forma lúdica, comprometiéndole a desarrollar ideas y posibles soluciones con conceptos teóricos vistos en el aula.

Son muchos los autores que realizan experimentos con robots LEGO dentro de las aulas como por ejemplo Jiménez, Arango y Jiménez-Builes (2014), Ocaña, Romero, Gil y Codina (2015), Collazos y Mesa (2016), para la incorporación en las aulas. Ésta, sirve como herramienta de aprendizaje de muchas áreas de conocimiento externas a la informática y a la tecnología y que para ser aplicadas se necesitan conocimientos previos de matemáticas, geometría y dibujo, física entre otras para encontrar y desarrollar una solución al ejercicio o problema planteado.

#### 3.9.2.4 BQ, educación tecnológica: Aproximación nacional.

La sociedad vive en un mundo rodeado de tecnología y se encuentra ligada a los continuos cambios que esta nos ofrece. Su ritmo de evolución es tan rápido que a menudo no se puede asimilar todo el conocimiento y aprendizaje que nos ofrece. La empresa BQ entiende que en los tiempos en los que vivimos es primordial educar a los más pequeños en el mundo de la tecnología.

En noviembre de 2014 se presenta en España el proyecto de educación de la empresa BQ.<sup>60</sup> El objetivo es crear y fomentar una educación tecnológica para dotar al niño de herramientas y habilidades que se les va a exigir en el mundo profesional del mañana.

Según Valero (2017), si se fomenta esta educación tecnológica, el aprendizaje de la programación, la robótica y la impresión 3D, dota al niño de habilidades analíticas y creativas que las personas necesitamos para abordar la resolución de los problemas.<sup>61</sup>

BQ educación presenta dos razones que considera fundamentales para que los niños accedan a una formación tecnológica:<sup>62</sup>

- Cambios tecnológicos: la sociedad vive envuelta en un ecosistema donde la tecnología es el eje central. En la mayoría de acciones y tareas cotidianas, hacemos uso de ellas y, aun así, catalogándonos como usuarios expertos de las herramientas que nos permiten su acceso, poco sabemos sobre ellas. Esto desemboca en una sociedad tecnológicamente no sostenible, es decir una sociedad incapaz de desarrollar las herramientas que usa. Pero en la actualidad, las sociedades son incapaces de crear las propias herramientas que utilizan. Según BQ, bajo esta perspectiva, educar en tecnología es fundamental para construir una sociedad sostenible que no externaliza aquello que usa a diario. Según Valero (2017): “[...] queremos pasar de ser solo consumidores de tecnología a ser también creadores de tecnología, favoreciendo el espíritu emprendedor y facilitando las herramientas de conocimiento necesarias para enriquecer el entramado industrial y empresarial español”.
- Mitificar la tecnología: la sociedad actual entiende la tecnología como una herramienta que podrá satisfacer una serie de expectativas a la resolución de problemas venideros. Se confía que todos los problemas presentes y futuros se resolverán gracias al progreso tecnológico. Se ha mitificado la tecnología.<sup>63</sup> Por

---

<sup>60</sup> BQ es una marca española dedicada al diseño y fabricación de electrónica de consumo que ha puesto en marcha un programa de educación tecnológica donde los niños aprenden a crear proyectos y los padres y profesores encuentran herramientas para guiarles en el proceso. Fuente: <http://www.efefuturo.com/noticia/campana-educacion-tecnologica-ninos-bq/>. Revisado: 18-08-18

<sup>61</sup> Valero, Alberto (2017), responsable del nuevo proyecto de educación tecnológica para enseñar programación, robótica e impresión 3D a niños de a partir de ocho años de edad. Entrevista realizada en revista digital Efe Futuro. Fuente: <http://www.efefuturo.com/noticia/campana-educacion-tecnologica-ninos-bq/>. Revisado: 18-08-18

<sup>62</sup> Razones expuestas por BQ educación para una formación tecnológica (2017). Fuente: <http://diwo.bq.com/departamento-educativo-de-bq/>. Revisado: 18-08-18

<sup>63</sup> Hay varios autores que hablan sobre la mitificación de la tecnología dentro de las nuevas TIC y los retos que estas quieren lograr. En el caso educativo incide sobre las expectativas que está creando la incursión de las TIC y las TAC en la preparación

ello se entiende que la tecnología se trata de un instrumento que sirve para facilitar las tareas habituales en la que proporciona herramientas para potenciar la creatividad y poder llevar a cabo nuestras ideas.

Para Valero existe en España un gran abismo entre lo que está sucediendo en el mundo real con el educativo y ve necesario que todo este gran conocimiento desarrollado en parte por empresas de productos electrónicos y de robótica se aplique dentro de una formación reglada. Para ello los profesores se convierten en los protagonistas y agentes del cambio. Para que esto se pueda producir, también tiene que existir una actitud por parte del sistema educativo, ya que sin ellos este cambio sería imposible: “[...] España está entre los países pioneros en llevar la impresión 3D a las aulas con asignaturas obligatorias como Tecnología, Programación y Robótica en la Comunidad de Madrid o Tecnología Creativa en Castilla la Mancha”.<sup>64</sup>

#### Proyecto educativo BQ

BQ ve la educación tecnológica como si se tratase de una asignatura propia del temario curricular. La metodología de trabajo se fundamenta en el aprendizaje basado en proyectos donde los alumnos experimentan los ejercicios propuestos.

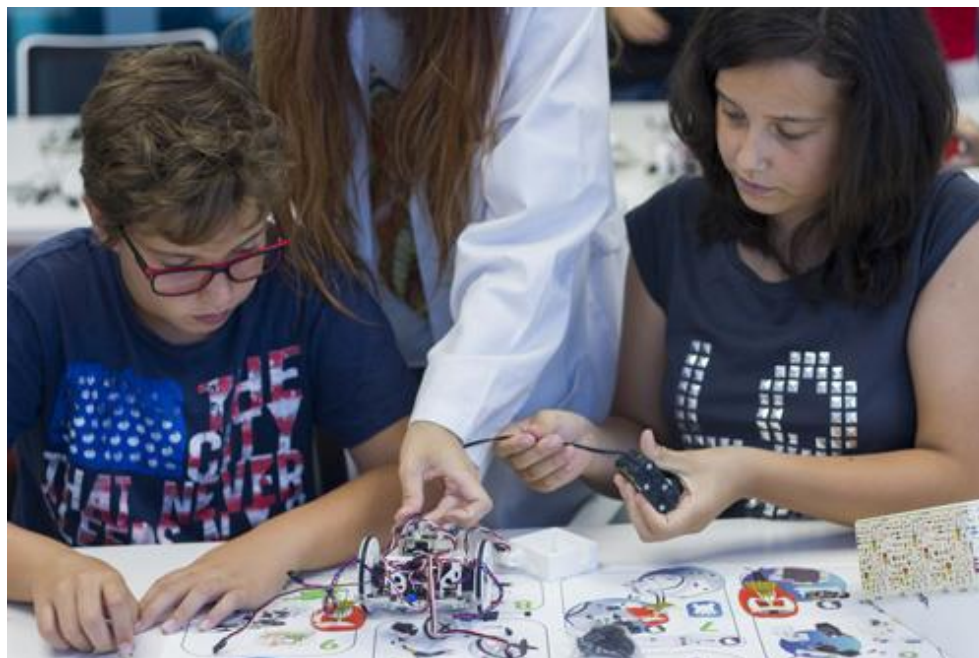
En la imagen 3.8 se observa a dos niños interactuando con robots propios de BQ y el material didáctico para el aprendizaje de su montaje.

---

tecnológica de los alumnos, muy lejos de lograr los objetivos que demanda una sociedad en continuo cambio. (San Martín Alonso, Peirats Chacón, & Waliño Guerrero, 2017)

<sup>64</sup> Alberto Valero (2017). Director del proyecto educativo de BQ. Fuente: <https://www.ticbeat.com/innovacion/bq-alberto-valero-bq-depende-de-los-adultos-acercar-la-robotica-a-los-ninos/>. Revisado: 08-02-2019





Fuente <http://diwo.bq.com/departamento-educativo-de-bq/>

**Imagen 3.8. “Alumnos de secundaria trabajando en el proyecto BQ educación.”**

Para BQ la educación es enseñar a los niños desde una temprana edad, los entresijos de los productos tecnológicos para que aprendan cómo funcionan, y a través de un proyecto simple y guiado por un especialista, puedan desarrollar sus propios inventos y materializar sus ideas. Educar consiste en compartir el conocimiento que uno tiene con los otros, pero es totalmente necesario dominar la materia que va a ser enseñada y posteriormente ponerla a disposición de los demás (Valero, 2017).

Para ello promueve una educación basada en el conocimiento abierto o como hemos visto anteriormente en el *open source*. Se pone a disposición de la sociedad todo el conocimiento para que pueda ser utilizado en cualquier parte y de cualquier modo que se considere oportuno para el bien del aprendizaje.

Esta forma de desarrollo de producto se asemeja a la idea basada en la ideología de hardware – software libre, apoyada a un nivel mundial por el auge y desarrollo del

movimiento *Maker*, el aprendizaje colaborativo y el movimiento *Do It Yourself* (DIY) propuesto por el fundador maker Dale Dougherty (2012).<sup>65</sup>

El proyecto educativo BQ está basado en la filosofía de co-construir bajo el concepto *DIY*, es decir, bajo la colaboración de otros individuos y otros trabajos para llegar a los objetivos del proyecto. BQ denomina a su proyecto educativo DIWO<sup>66</sup> proveniente del movimiento *Do It With Other*.

Según autores como Revuelta y Antequera (2017) o Ceccaroni y Piera (2017), destacan que los movimientos anteriores desde un punto de vista educativo es, la base para la configuración y desarrollo del movimiento maker.

A su vez, Martínez (2016), destaca que esto es posible gracias a un movimiento de un grupo de personas que comparte las siguientes características:

- El interés de hacer cosas por sí mismo (DIY) y promover la colaboración con otras personas (DIWO).
- La capacidad de uso de herramientas digitales de sobremesa para el desarrollo de productos y desarrollo de prototipos.
- Cultura de compartir los diseños en la red y colaborar en comunidades online, para que cualquiera pueda acceder a la información y crear los productos utilizando los manuales que le corresponde.
- El uso de archivos estándar de diseño que permitan a cualquiera mandar los diseños a empresas o servicios de fabricación para producirlos en cualquier cantidad.

Atendiendo a las propuestas de BQ cabe destacar la importancia de este movimiento y las consecuencias que implica dentro de las nuevas TIC en el entorno educativo. Dougherty (2016), señala que desde la época romana la esencia de la sociedad humana ha sido la de *cambiar haciendo*. Para ello vincula la filosofía maker dentro de la educación mediante un aprendizaje informal, manteniendo sus valores y promulgando sus principios filosóficos: diseñar, crear, aprender, compartir y mejorar.

La plataforma BQ educación DIWO reúne los requisitos anteriores para introducir y fomentar tanto en el niño como en sus educadores las nuevas tecnologías desde la educación y como se puede construir ese conocimiento para posteriormente su puesta en práctica.<sup>67</sup>

---

<sup>65</sup> Entendido en España como el movimiento “Hazlo Tú Mismo”, sentando las bases para la iniciativa maker a nivel internacional. Fuente: Dale Dougherty (The maker movement innovations, 2012).

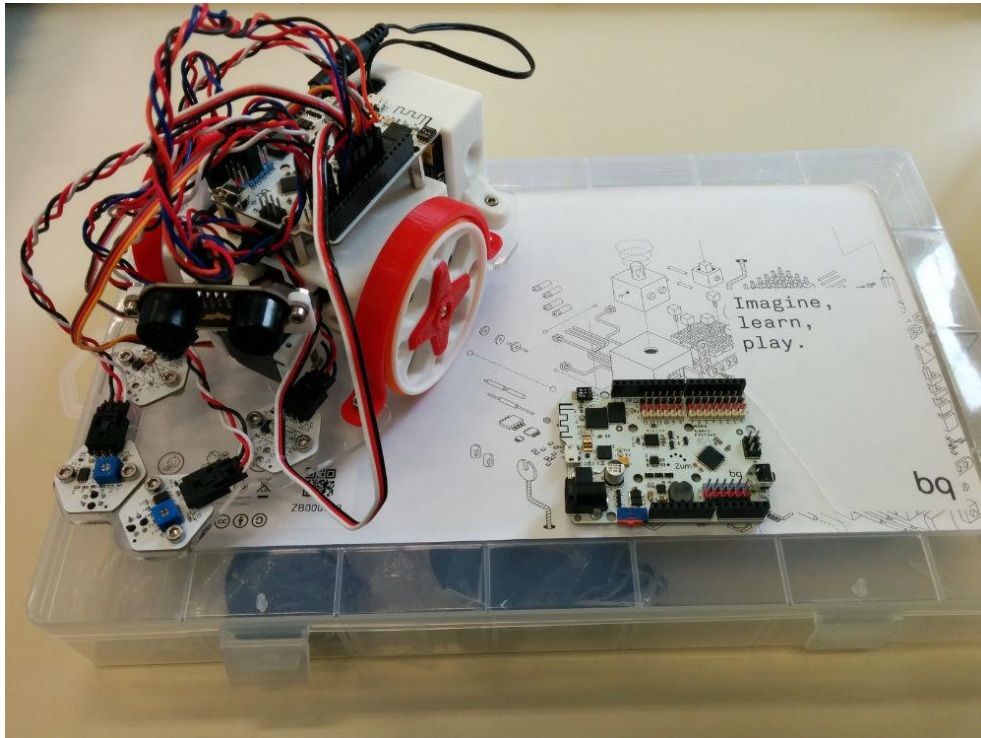
<sup>66</sup> DIWO: nombre que le da BQ a la plataforma online educativa. Fuente: <http://diwo.bq.com>. Revisado: 18-08-18

<sup>67</sup> Se entiende por “educadores” a todos los elementos y personas que actúan o influyen directa o indirectamente en el aprendizaje del niño.

*PrintBot: una propuesta tecnológica.*

El *PrintBot Evolution* es una propuesta diseñada por la empresa española BQ catalogado como robótica para la educación. Este producto está desarrollado para realizar un trabajo completo de aprendizaje de todo el entorno que envuelve a la robótica (imagen 3.9):

- Estudio de los componentes mecánicos y electrónicos
- Montaje y ensamblaje de piezas
- Fabricación de piezas mediante impresión 3D
- Programación de placa Arduino
- Electrónica básica



Fuente: <http://codigo21.educacion.navarra.es>

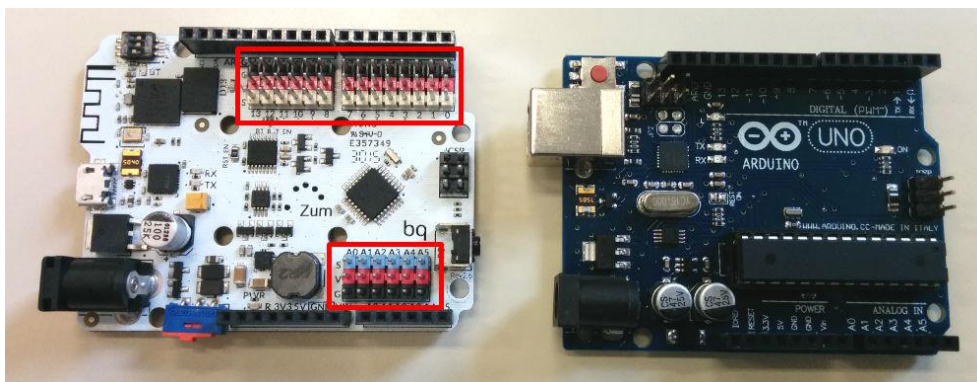
**Imagen 3.9. “Kit BQ PrintBot Evolution y componentes.”**

Para BQ (2017) la educación a través del robot *PrintBot Evolution*, fomenta habilidades como la creatividad, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, habilidades moto-

ras y de diseño 3D. El alumno no solo va a pasar un buen rato, sino que, con este producto, será el primer eslabón hacia la educación tecnológica.<sup>68</sup>

Este producto se quiere consolidar como una herramienta para la educación evitando en la medida de lo posible en verse como un elemento lúdico o juguete. Como se ha visto en casos anteriores, para una formación en el ámbito educativo, se ubica dentro de la asignatura de tecnología, y más concretamente dentro de la unidad didáctica de “Programación y Robótica”.

A su vez se desarrolla una placa electrónica basándose en la filosofía maker y compatible con *Arduino UNO* denominada *BQ Zum Core*. La diferencia radica en la facilidad para la conexión de periféricos que evitan la utilización de una *protoboard* para las conexiones y permite una programación vía Bluetooth, así como botones con funciones específicas de encendido, apagado y reinicio. En la imagen 3.10, se observa las diferencias a nivel visual de ambos procesadores.



Fuente: <http://codigo21.educacion.navarra.es>

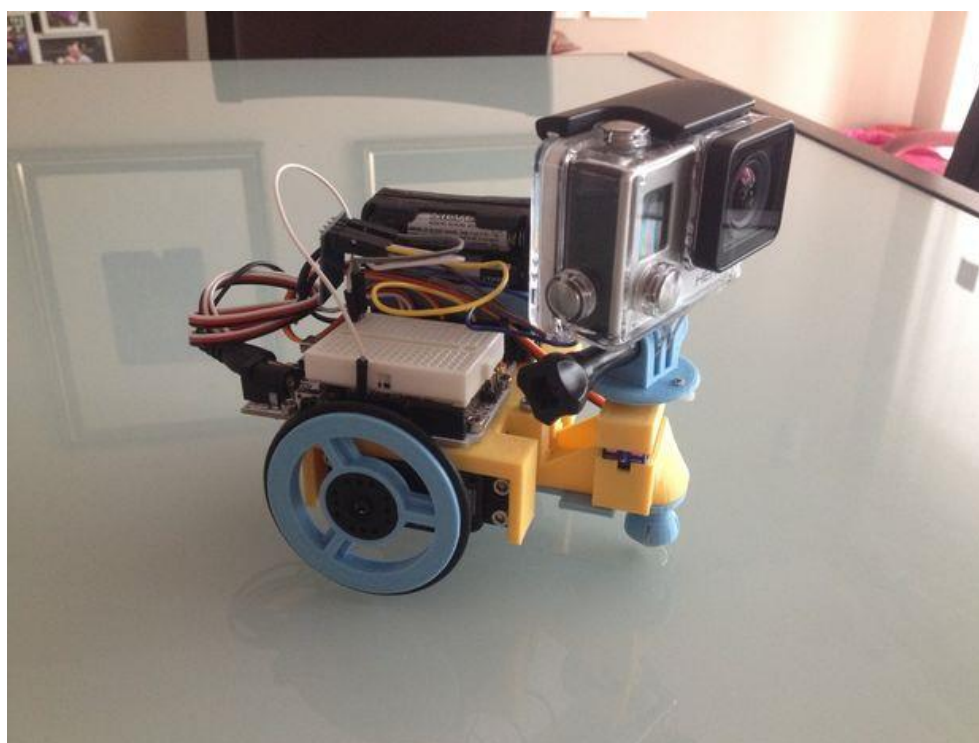
**Imagen 3.10. “BQ Zum Core a la izda. Arduino UNO a la dcha.”**

Esta permite mayor facilidad de uso tanto a niños como profesores o tutores permitiendo una fácil incorporación de ejercicios de electrónica aplicado a la robótica dentro de la formación reglada.

Como se ha descrito anteriormente, la plataforma en base a la filosofía *maker* y *DIWO* permite una escuela online para el aprendizaje de montaje y programación del robot. Esta escuela *maker* está preparada para proporcionar a todos los usuarios las herramientas necesarias para potenciar la creatividad y llevar a cabo todas las ideas desde un punto de vista tecnológico.

<sup>68</sup> Definición página oficial de BQ. Fuente consultada en 2017. Fuente: <https://www.bq.com/es/printbot-evolution>

La idea de juntar otras disciplinas como la fabricación digital y la fabricación mediante impresión 3D, en un entorno educativo reglado permite una evolución del conocimiento y una motivación por el aprendizaje. En la imagen 3.11 se observa el desarrollo de un robot realizado a través de los conocimientos adquiridos a través de la escuela *maker* de BQ.



Fuente: (Autor Anónimo)

**Imagen 3.11. “GoproBOT Arduino Printbot”.**

La integración de todas estas tecnologías y actividades a la formación reglada se hace complicado. Son numerosos los factores que hacen difícil su implementación a pesar de las facilidades que las empresas ofrecen para su aprendizaje.

Según varios autores (Ocaña, Romero, Gil, & Codina, 2015), la robótica como disciplina educativa es algo complejo. Como algo genérico, esta materia se estudia en los últimos años de ingeniería ya en personas adultas y por lo que conlleva, todo el material desarrollado se encuentra enfocado a la universidad.

Estos autores<sup>69</sup> destacan que a la hora de diseñar los contenidos didácticos de la robótica hay que tener en cuenta y superar dos factores fundamentales. El primero es encontrar los recursos necesarios de esta materia para preparar actividades de enseñanza-aprendizaje. El segundo es aprovechar la robótica como una materia interdisciplinar e incluirla en otras áreas de conocimiento y como puede evolucionar dentro de la nueva corriente educativa STEAM.

#### 3.9.2.5 Otros productos de robótica.

Como se ha mencionado anteriormente la robótica es una materia interdisciplinar. Esta característica permite aplicar la tecnología en diferentes áreas del conocimiento y en distintos niveles de dificultad.

Cada robot está ensamblado y fabricado para un fin determinado, pero siempre interactuando e implementando las nuevas tecnologías para su aplicación en la educación. Encontramos numerosos casos prácticos donde autores aplican la robótica educativa desde una temprana edad hasta una edad adulta. Para este trabajo de investigación se centra la atención en los robots que se escapan de la descripción de juguete convirtiéndose más en una herramienta de aprendizaje. Estos sirven de referencia para el posterior testeo y aplicaciones en casos prácticos.

Siguiendo el trabajo realizado por Moreno, Leiva y López (2016) podemos clasificar una serie de robots que están siendo aplicados en diferentes instituciones y colegios, pero aún con una falta de integración tecnológica dentro del paradigma educativo.

#### BEE-BOT

El Bee-Bot es un robot que tiene forma de abeja, programable a través de una serie de comandos y de una gran facilidad para el aprendizaje de robótica (imagen 3.12). Este producto está pensando para introducir al niño al mundo de las nuevas tecnologías desde una edad muy temprana, cuando todavía no saben ni leer ni escribir.

La programación utilizada se denomina LOGO a nivel gráfico y a través de una serie de comandos de acción (avanzar, retroceder, girar, marcha atrás) se pueden secuenciar una serie de algoritmos mediante la pulsación de botones.

Según Espeso (2017), “[...] las herramientas de programación y robótica en Educación Infantil no son tanto para enseñar código o para crear programas y proyectos complejos, sino que permiten aprender una base del pensamiento iterativo para afrontar un problema”.<sup>70</sup>

---

<sup>69</sup> Ocaña, Romero, Gil y Codina (2015), han desarrollado una asignatura para la educación reglada publicado por la Consejería de Educación de la junta de Andalucía.

<sup>70</sup> Espeso (2017). Coordinador del Club de Jóvenes Programadores de la Universidad de Valladolid. Artículo publicado en la revista digital Educación 3.0. Fuente: <http://www.educaciontrespuntocero.com/experiencias/programacion-robotica-educacion-infantil/45272.html>





Fuente: <http://ro-botica.com/Producto/BEE-BOT/> (2017)

Imagen 3.12. “BeeBot a la izda. Programación a la dcha.

Así como en secundaria y bachillerato se puede proporcionar retos y resolución de problemas, en educación infantil hay que entender la robótica como un accesorio para la educación.

### Zowi.

Este robot ha sido diseñado por la empresa BQ para la educación (imagen 3.13). Como su hermano *PrintBot* que ha sido analizado anteriormente, es un robot que se propone para la iniciación a la robótica en el ámbito educativo.

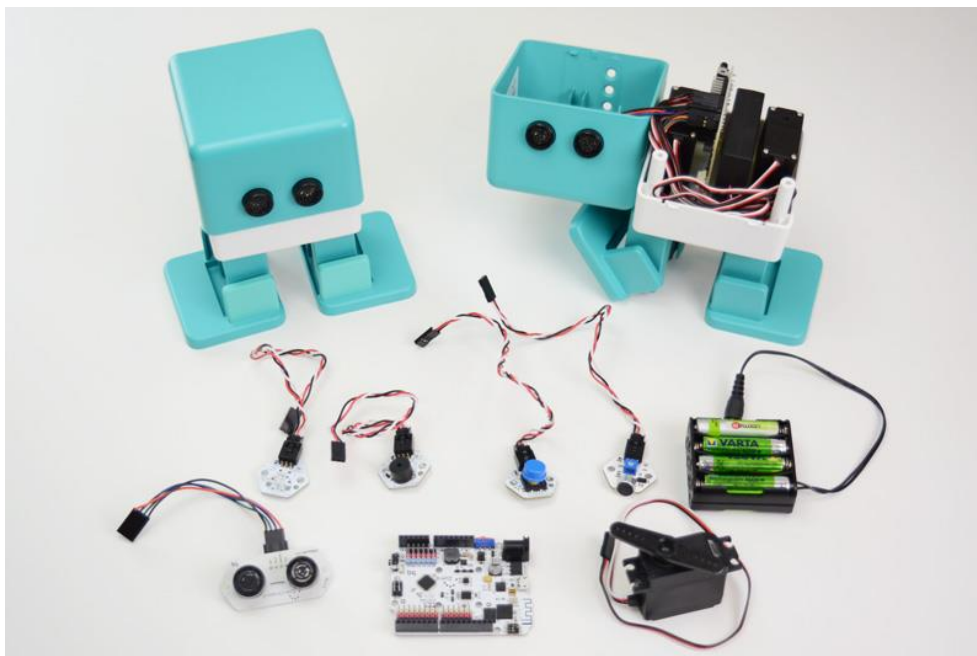
Este está compuesto de un microcontrolador de Arduino que puede ser programado a través de la plataforma de *Bitbloq* propia de BQ y encapsulado con forma bípoda, pero con acceso al circuito electrónico.<sup>71</sup>

El propósito inicial de *Zowi* es enganchar al niño al mundo de las nuevas tecnologías y a la robótica y programación. Con su aspecto amigable y su capa de personalización permite al niño acercarse a él para un uso lúdico.

El aprendizaje de *Zowi* desde un punto educativo se va adaptando a la capacidad de los niños. Posee una serie de retos que los alumnos necesitarán ir desbloqueando para pasar de niveles posibilitando un aprendizaje basado en la resolución de problemas y toma de decisiones.

La escuela maker DIWO, desarrollada y fomentada por BQ permite tanto a niño como adulto introducirse en el mundo de la robótica y programación, encontrando todos los recursos para un aprendizaje autónomo y con la posibilidad de desarrollar nuevas propuestas y compartirlas con toda la comunidad maker.

<sup>71</sup> Bitbloq. La empresa BQ posee su propia interface y software de programación de Arduino denominada Bitbloq. Esta es compatible con todos los microcontroladores de Arduino, abriendo múltiples posibilidades para poder programar por bloques casi cualquier robot diseñado tanto por niños como adultos. Fuente: <http://bitbloq.bq.com/>. Revisado: 18-08-18



Fuente: <http://diwo.bq.com/zowi-guia-taller/> (2017)

**Imagen 3.13.** “Zowi y accesorios.

Según Sánchez (2017) la utilización de *Zowi* a través de la comunidad maker permite las siguientes posibilidades:<sup>72</sup>

- Conocer las opciones pedagógicas de *Zowi* a través de proyectos significativos como por ejemplo biología robótica y gravedad.
- Conocer las posibilidades educativas en un entorno tecnológico.
- Trabajar la programación a través de Bitbloq. Esto nos permite desarrollar el pensamiento computacional y aprender un lenguaje de programación por bloques.
- Permite el rediseño de la carcasa en 3D para su posterior impresión en 3D.

*Zowi* se cataloga como un proyecto open source lo que ha posibilitado una gran cantidad de rediseños dentro de la comunidad maker. Se encuentran multitud de planos de la carcasa, la fabricación de estas mediante impresión 3D, utilización de diferentes microcontroladores y componentes electrónicos etc.

---

<sup>72</sup> Sánchez A. (2017). Ingeniera en tecnologías industriales del departamento de educación y producto DIY de BQ. Fuente: <http://diwo.bq.com/zowi-guia-taller/>



En la imagen 3.14 observamos un ejemplo, el robot *Otto*. A través del proyecto opensource *Zowi*, permite hacer rediseños del producto obteniendo resultados como este. Además, posee su propia plataforma digital independiente totalmente de acceso gratuito para su desarrollo y rediseño dentro de la comunidad *maker*.<sup>73</sup>



Fuente: <http://www.ottodiy.com/> (2017)

**Imagen 3.14. Robot opensource Otto.**

Para Moreno, Leiva y López (2016), la utilización de *Zowi* en el panorama educativo “[...] fomenta el trabajo individual para la mejora del pensamiento computacional de manera autónoma o través de equipos colaborativos orientados a la construcción conjunta de un proyecto”.

#### Robot MIP.

El robot MIP posee un sistema para el autoequilibrio, lo que le aporta una excepcional estabilidad que le permite moverse o transportar objetos (imagen 3.15). Esto es posible gracias a sus sensores que reacciona ante las acciones y movimientos de las manos y posibles obstáculos que pueda encontrarse por el camino.

---

<sup>73</sup> El robot Otto es un proyecto opensource perteneciente a la plataforma Ottodiy. Como el propio nombre indica realizado bajo la filofia DIY dentro del mundo maker. Es compatible con el microcontrolador Arduino, se puede programar bajo la plataforma Bitbloq y puede ser impreso mediante impresión 3D. Fuente: <http://www.ottodiy.com/> (2017)



Fuente: <http://wowwee.com/mip/> (2017)

**Imagen 3.15. Robot MIP.**

El objetivo de MIP es conseguir que el robot realice unas acciones determinadas a través de combinaciones de colores, comandos, movimientos, gestos, toques en la cabeza y distintos sonidos que el robot captará.

Su manejo se realiza mediante el uso de aplicaciones para iPhone o Android donde se puede teledirigir al robot y configurar diversos estados de ánimo, programar secuencias rítmicas en diferentes estilos a partir de la música elegida, trazar el itinerario que desee el alumno y conseguir que mantenga el equilibrio con un número de objetos apilados en su bandeja.

Este robot se cataloga para el uso de una edad infantil o primaria. Según varios textos aporta al niño una serie de características pedagógicas como la imaginación y creatividad, motricidad global, orientación espacial, aprendizaje basado en problemas, comportamiento social, inteligencias múltiples, razonamiento y pensamiento lógico, pensamiento computacional, memoria, aprender jugando, discriminación e identificación visual y auditiva, memoria de secuencias rítmica, inteligencia emocional, conceptos de física y conceptos de robótica.

A nivel educativo, este robot se cataloga como una herramienta de soporte para los docentes que les permite a los alumnos como introducción a las nuevas tecnologías y uso de las herramientas TIC dentro de las aulas.

#### NAO.

El robot *NAO* desarrollado por la compañía robótica *Softbank Robotics* se cataloga como uno de los dispositivos más avanzados en el campo de la educación (imagen

3.16). Posee forma de humanoide (tipo bípedo) y está diseñado tanto para entornos educativos como profesionales.

El robot es capaz de interactuar de forma natural con todo tipo de público. Escucha, ve, habla y se relaciona con el medio según haya sido programado.

El software de *NAO* admite un extenso rango de programación que permite personalizar las funciones del robot e individualizar su uso. En el entorno educativo, funciona como un eje motivador en los alumnos, lo que implica un interés por las nuevas tecnologías y el pensamiento computacional. Una de las características principales de este producto es que posee lenguaje corporal, lo que permite al niño un aprendizaje mucho más sencillo que otras plataformas educativas.

Puede interactuar en distintas edades y conocimientos a través de la programación. Soporta sistemas como *Choreographe*, *Phyton* y *C++*, *Java*, *.NET*, y *Matlab* convirtiéndose en una plataforma óptima para la iniciación a la programación. Según Moreno, Leiva y López (2016), lo convierte en “[...] una herramienta adecuada de cara a la investigación y al desarrollo de nuevas aplicaciones. Uno de los ejemplos más significativos es su uso en aplicaciones relacionadas con proyectos de marketing y publicidad”.



Fuente: <http://aliverobots.com/nao/>. Revisado: 18-08-18

**Imagen 5.16. Prototipo robot bípedo NAO. Desarrollado por Alive Robot.**

### **3.10. Paradigma de aprendizaje “de” la robótica o “con” robótica.**

La integración de la robótica en un escenario educativo se puede resumir como un conjunto de acciones, habilidades y toma de decisiones enfocadas hacia el diseño, la construcción, la programación y configuración de un robot, que se cataloga como una herramienta para realizar una serie de actividades programadas.

Estas actividades las podemos ver desde un punto de vista educativo y a la vez lúdico, pero siempre integradas y promovidas desde las nuevas TIC para una integración óptima dentro de las TAC.

El Informe Horizon Report (2016) confirma el auge la tendencia de la robótica como medio de educación en las aulas: <sup>74</sup> “La noción de trabajar y vivir entre los robots es cada vez menos futurista y más práctica que nunca [...] La robótica se refiere al diseño y aplicación de robots, que son máquinas que realizan una serie de tareas automatizadas”.

Aplicado a un contexto de educación, la robótica forma parte de un enfoque de aprendizaje centrado en el educando, que le permita construir objetos tangibles ideado, diseñado y fabricado por el mismo de una forma autónoma.

Se constituye de esta manera nuevos escenarios centrando la atención en la participación activa del alumno, donde los aprendizajes se construyen a partir de la experiencia del estudiante durante el proceso de desarrollo de construcción y programación de los robots.

Según Willging, P.; Astudillo, G. J.; Castro, L.; Bast, S. G.; Occelli, M.; Distel, J. M. (2017), la robótica se constituye como el medio para no solo el aprendizaje de la misma, sino como el medio para alcanzar otros conocimientos dentro de la nueva sociedad tecnológica. Los robots se consideran como la conexión ideal para una programación con una componente lúdica de cara a la motivación del alumno por el aprendizaje y la representación y puesta en práctica de ejercicios sobre un contexto real con las nuevas tecnologías.

En la actualidad, más concretamente en España, es un hecho que la robótica educativa ha llegado a las aulas a través de unidades didácticas dentro de la asignatura de Tecnología en la formación secundaria. Son numerosos los retos a los que se enfrentan tanto alumnos como docentes para llevar a cabo la introducción de la robótica al currículo escolar, creando multitud de expectativas a la hora de pensar un cambio o evolución del panorama educativo al ritmo que evolucionan las nuevas tecnologías.

Para llevar a cabo este proceso de introducción se realiza un análisis desde dos enfoques de como la robótica puede ser utilizada en la educación y como forma parte para la incursión en el desarrollo de las nuevas tecnologías.

---

<sup>74</sup> Horizon Report (2016) – Edición Educación Superior.

Según Jacek (2001) realiza un informe sobre la utilización de la robótica dentro del panorama educativo clasificándola en dos tipos: robótica en educación y robótica para la educación.

López Ramírez y Andrade Sosa (2013), realizaron un estudio en el que presentan qué uso se les da a los robots para el aprendizaje de la robótica y la utilización de la misma en distintas áreas de la robótica.<sup>75</sup>

En ambos para una inclusión en la formación curricular y su inclusión en distintas áreas de conocimiento, se tendrá que enfocar desde diferentes estrategias de aprendizaje y distintas herramientas o recursos robóticos.

### ***3.10.1. Aprendizaje de la robótica***

El uso de la robótica como medio para adquirir conocimiento se puede describir como un proceso conceptual, sistémico y organizado en niveles en los que intervienen elementos tecnológicos relacionados entre sí como herramientas mediadoras para lograr un objetivo común, el aprendizaje.

En un estudio realizado por Pittí (2014) sobre uso de la robótica dentro de las aulas, dijo que los aprendizajes relacionados con los roles que los robots pueden realizar son los siguientes:

- Aprendizaje conceptual: La capacidad de asimilar conceptos relacionados con otras materias afines a la robótica como por ejemplo las matemáticas, las ciencias naturales, tecnología y la informática. Desde este enfoque la robótica se transforma en objeto de aprendizaje y es en la actualidad, su principal uso en el entorno escolar. También destaca el uso de la robótica como apoyo para el aprendizaje de conceptos que no están directamente vinculados como por ejemplo puede ser el reciclaje o el arte.
- Aprendizaje procedimental: Durante las sesiones de robótica educativa es habitual la búsqueda por potenciar habilidades cognitivas, sociales etc. Para ello estas herramientas se utilizan como estrategias de aprendizaje como puede ser el aprendizaje basado en proyectos, el pensamiento computacional, la investigación y desarrollo y el pensamiento creativo e innovador.
- Aprendizaje actitudinal: Se busca un cambio en la visión de la ciencia y la tecnología a través del uso de la robótica educativa. Este cambio de actitud puede generar y favorecer cambios en la actitud personal como la autoestima, el esfuerzo, la responsabilidad, la motivación etc. Además de la capacidad de trabajo en equipo.

---

<sup>75</sup> En esta investigación cabe destacar el estudio de la lectura realizada por los autores López Ramírez y Andrade Sosa, siendo citados y analizados por otros autores para el desarrollo de investigaciones, convirtiéndose en una referencia sobre el aprendizaje de la robótica.

Otros autores como López Ramírez y Andrade Sosa (2013), el aprendizaje para las unidades didácticas de y para la robótica se pueden lograr desde dos enfoques diferentes: a partir de la conceptualización sobre la robótica o partir del diseño y construcción de aparatos robóticos.<sup>76</sup>

En ambos casos, acompañado siempre del software necesario para el diseño y simulación de los robots y con la aplicación de estrategias de aprendizaje, consiguiendo así lograr la motivación del alumno y superar los objetivos.

### **3.11. Caso Experimental**

Se desarrolla un estudio de investigación y se lleva a cabo un caso experimental publicado en la revista *International Journal of Innovative Trends in Engineering* (Anexo II). Se realiza una investigación del uso de la fabricación digital y el uso de las impresoras 3D como una herramienta creativa y su implicación en la educación reglada.

---

<sup>76</sup> Se entiende como conceptualización al desarrollo o construcción de ideas a partir de la experiencia. Esta práctica está muy vinculada a los paradigmas constructivistas para la educación y a un aprendizaje basado a partir del diseño.

# Capítulo 4

## Área de oportunidad metodológica

### 4.1. Aproximación área de oportunidad.

Antes de comenzar con el desarrollo metodológico, es necesario establecer el área de oportunidad y actuación donde se va a realizar la investigación y poder así establecer las características que debe adquirir el proyecto.

La presente investigación se realiza en la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) durante el periodo académico iniciado en septiembre de 2015.

Para un correcto seguimiento e implementación de nuevas prácticas, uso de metodologías e introducción de nuevos ejercicios y herramientas en el currículo educativo, se realiza bajo las líneas que marca el departamento de educación del Gobierno Vasco.

En la actualidad, en el panorama español, la normativa bajo la que se desarrolla el ámbito educativo se denomina “Ley Orgánica para la Mejora de Calidad Educativa” (LOMCE). Según el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD), los Reales Decretos que regulan el currículo básico de la educación española de Educación Primaria<sup>77</sup> y de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato<sup>78</sup>, agrupan todo el contenido educativo en tres grandes bloques:

---

<sup>77</sup> Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria

<sup>78</sup> Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato

- Asignaturas troncales
- Asignaturas específicas
- Asignaturas de libre configuración autonómica

Ante este escenario el MECED establece que “[...] la distribución de las asignaturas no obedece a la importancia o carácter instrumental o fundamental de las asignaturas, sino a la distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas, acorde con la Constitución española”.<sup>79</sup>

Esto significa que se garantiza por un lado unos contenidos o unidades didácticas que van a ser comunes para todo el alumnado dentro del currículo básico de todos los centros del estado español denominándolo asignaturas troncales.

A lo que le corresponde a las Comunidades Autónomas, vienen marcadas por su capacidad de desarrollo en materia educativa: “[...] dentro del bloque de asignaturas específicas se permite a las Administraciones educativas establecer los contenidos propios del currículo de las materias, así como conformar su oferta. El bloque de asignaturas de libre configuración autonómica supone el mayor nivel de autonomía, en el que las Administraciones educativas pueden ofrecer asignaturas de diseño propio.”

Para ello, se desarrollan nuevas propuestas y se generan nuevos puntos de vista para el desarrollo de aprendizaje y evaluación curricular, en especial teniendo en cuenta aquellos aspectos que se consideran competencias clave para el crecimiento de los estudiantes de cara a la nueva sociedad del conocimiento y tecnología, pero sin olvidar el resto de competencias de aprendizaje permanente.

#### **4.1.1. Plan Heziberri 2020.**

El 2013 el Gobierno Vasco pone en marcha el nuevo plan educativo previsto para el 2020 denominado Heziberri 2020. Este ha sido desarrollado por la Consejería de Educación del Gobierno Vasco a través de más de 500 propuestas a través de centros educativos de la Comunidad Autónoma.

El objetivo de este nuevo modelo pedagógico es la mejora del sistema educativo vasco en el cual se sustenta bajo los pilares básicos de la atención a la diversidad, la formación del profesorado y la autonomía de los centros. La propuesta del plan se forma a través del análisis de dos informes de repercusión mundial:

- El informe de la Unesco (1996): se plantea los objetivos básicos de la educación fundamentados en “aprender a conocer”, “aprender a hacer”, “aprender a vivir juntos” y “aprender a ser”.

---

<sup>79</sup> <https://www.mecd.gob.es/educacion/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato.html>



- Comisión de la Comunidad Europea (2006): plantea las competencias básicas para el desarrollo educativo en la cual se fundamenta la actual Ley Educativa LOMCE (imagen 4.1.)



Fuente: Currículo de carácter orientador que completa el Anexo II del Decreto 236/21015.

**Imagen 4.1. Competencias para la educación Plan Heziberri 2020.**

Para ello se lleva a cabo una renovación del modelo actualmente propuesto por la LOMCE, denominándose competencias transversales y competencias específicas.

Las competencias básicas se caracterizan por ser un aprendizaje multifuncional, basado en aprendizaje continuo de varias materias que permitan la realización y el desarrollo del estudiante a lo largo del crecimiento para posteriormente ser un participante activo en la sociedad.

Según el plan (imagen 4.2.) nos vamos a centrar más en la propia materia en sí de forma independiente, apoyándonos a partir de un enfoque en el aprendizaje se centra en el resultado de la adquisición de conocimiento y su propia progresión a través del propio ritmo de trabajo.

Según el Currículo de la Educación Básica (2015), define ambas competencias con la que posteriormente se definen las áreas y materias disciplinares donde se va a actuar como medio educativo:

- *Competencias básicas transversales o genéricas:* son aquellas que se precisan para resolver problemas de forma eficaz en todos los ámbitos y situaciones de la vida (personales, sociales, académicas y laborales), tanto en las situaciones relacionadas con todas las áreas disciplinares, como en las situaciones de la vida diaria. Las competencias transversales deben ser promovidas y potenciadas en el trabajo conjunto de todas las áreas y materias, y se adquieren y se aplican integrándolas en todos los ámbitos y situaciones de la vida.
- *Competencias básicas disciplinares/interdisciplinares o específicas:* son aquellas que se precisan para resolver de forma eficaz problemas relacionados con ámbitos y situaciones de la vida (personales, sociales, académicos y laborales), que precisan la movilización de recursos específicos relacionados con alguna de las áreas y materias disciplinares. Las competencias disciplinares tienen una matriz disciplinar de base y se adquieren a través de las situaciones-problema propias de alguna de las áreas y materias, aun cuando tienen también capacidad de transferencia y son multifuncionales puesto que se pueden aplicar para la resolución de situaciones-problema relacionadas con una o varias áreas y materias disciplinares.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.2. Propuestas de formulación de competencias básicas.**

Como se ha visto en capítulos anteriores la entrada de internet y las nuevas tecnologías ha supuesto una revolución en las aulas. Ya no solo en la manera de comunicar la educación, sino en el uso de las nuevas herramientas que proporcionan nuevas competencias de aprendizaje.

La introducción de competencias en tecnología según el proyecto Samsung Smart School (2017), ha puesto de manifiesto el aumento del uso de la tecnología y las nuevas herramientas que se utilizan para reforzar la autonomía de los propios estudiantes y de esta manera mejorar la competencia en habilidades transversales. A su vez esto

genera la capacidad de interconectar todas las competencias y materias educativas entre sí.<sup>80</sup>

Tras tres años de experiencia e implementación en los centros públicos de España, bajo una educación basada en las competencias básicas propuestas por la LOMCE, ha supuesto una mejora en el rendimiento de las propias a través de su uso como herramientas para generar conocimiento.

Según Chomsky (2004) “[...] la competencia es la capacidad de creación y producción autónoma de conocer, actuar y transformar la realidad que nos rodea, ya sea personal, social, natural o simbólica, a través de un proceso de intercambio y comunicación con los demás y con los contenidos de la cultura”.

Esta como herramienta se presenta como el medio creativo que capacita al estudiante para adquirir conocimiento. Según Sanz (2017), “[...] la tecnología es una herramienta para potenciar la creatividad de los estudiantes, su ingenio y es además la oportunidad que motiva al profesor y alumno en la educación”.

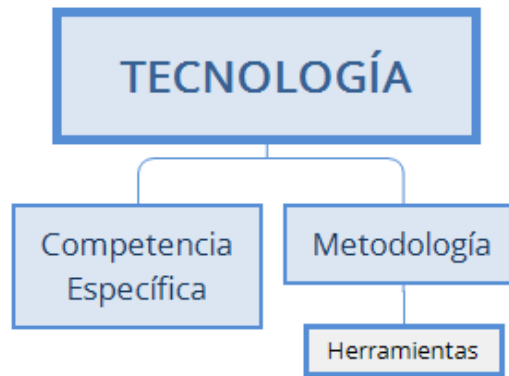
La tecnología consigue involucrar a cada alumno en distintos estilos de aprendizaje donde el uso de las herramientas le proporciona el *aprender haciendo*. De esta manera se produce un aprendizaje más personalizado a cada uno de los estudiantes dotándoles de mayor participación y tomas de decisiones dentro del proceso.

La tecnología y el uso de estas, ofrece ese aporte para lograr una conexión entre todas las competencias educativas. Para este trabajo de investigación se abordará la tecnología desde un entorno educativo dentro de las competencias legisladas por el plan y desde un punto de vista metódico a través del desarrollo de nuevas metodologías para el uso y diseño de nuevas herramientas de aprendizaje (imagen 4.3.).

---

<sup>80</sup> Estudio IPSOS basado en 600 entrevistas a profesores de primaria, ESO y Bachiller en toda España. Estudio realizado a 84 aulas de colegios públicos de España. Fuente: II encuentro de Profesores Samsung Smart School. Madrid, 27 de abril de 2016.

El proyecto Samsung Smart School nace en colaboración con el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y está destinado a la integración de las nuevas tecnologías dentro de los colegios públicos de España. Muestra especial interés en los centros donde se produce una brecha digital y están incapacitados para la introducción de las TIC y las nuevas herramientas tecnológicas. Fuente: [http://www.samsung.com/es/news/local/ocho-de-cada-diez-profesores-espanoles-piensa-que-la-tecnologia-se-usa-en-el-aula-todas-las-semanas/?CID=AFL-hq-mul-0813-11000170#\\_ftnref1](http://www.samsung.com/es/news/local/ocho-de-cada-diez-profesores-espanoles-piensa-que-la-tecnologia-se-usa-en-el-aula-todas-las-semanas/?CID=AFL-hq-mul-0813-11000170#_ftnref1)



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.3. Enfoque tecnología para el desarrollo metodológico**

Delors propuso en el Comité Internacional de Educación (1996) que la nueva educación tenía que estar preparada para el devenir del día a día en una sociedad cada vez más competente. Al estudiante ya no le basta la idea de solo adquirir conocimiento sino unas destrezas que van más allá del conocimiento.

De acuerdo con el programa Aupatuz (2016), el aprendizaje por competencias ofrece un *perfil de salida* al alumno. El nuevo plan establece unos criterios y contenidos mínimos en cada competencia de aprendizaje que posteriormente esta debe ser complementada por el propio centro y así elaborar el perfil de salida que desea para cada tipo de alumno. Cada vez gana más fuerza la idea de que cada alumno debe ser protagonista de su propio aprendizaje, donde el profesor se convierte en un guía durante el proceso.

Ante este panorama surgen nuevos escenarios de investigación en las diferentes competencias educativas donde el plan contempla un plan de actuación. Para ello se investigará el desarrollo de una metodología que implique el uso de las nuevas tecnologías a través del diseño de proyectos y que esta pueda ser válida para su dentro y fuera de las aulas.

#### **4.1.2. Evolución de las TICs en un escenario educativo tecnológico.**

Con la llegada de las nuevas herramientas tecnológicas, las TIC se están transformando poco a poco en un instrumento necesario e indispensable dentro de las instituciones educativas, ya que proporcionan nuevos canales de comunicación con los alumnos. Esto supone generar y lanzar nuevas ideas, propuestas, práctica y ejercicios. Se consigue un nuevo perfil de estudiante con la capacidad de razonamiento, favoreciendo las tomas de decisiones.

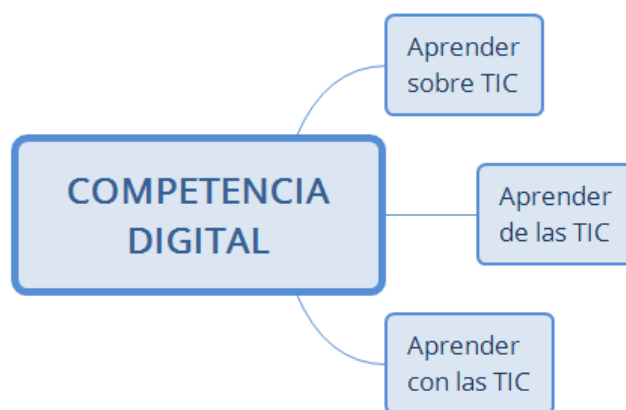
Según Dafonte-Gómez, Ramahí-García y García-Crespo (2017) la competencia digital es “[...] la capacidad de los individuos para: buscar, seleccionar e interpretar información en entornos digitales; usar tecnologías para interactuar, compartir contenidos, colaborar con otras personas y gestionar su identidad digital siguiendo la netiqueta; programar, crear y remezclar contenidos digitales respetando las distintas licencias de propiedad intelectual; proteger de manera eficaz sus datos y dispositivos ante terceros, así como usar las tecnologías para proteger la salud y el medio ambiente; por último, la competencia digital incluye también la capacidad para resolver problemas técnicos derivados del uso de las tecnologías, identificar necesidades y seleccionar la respuesta más adecuada, usar las tecnología de forma creativa”.

El uso de las nuevas herramientas está sugiriendo una formación centrada en el alumno en la que ésta adquiere nuevos conocimientos a través de la continua búsqueda de contenido o material educativo y logrando así crear una estructura de aprendizaje basado en proyectos.

Todos estos procedimientos hacen que se vean obligados a tomar decisiones, elegir y seleccionar para posteriormente ser desarrollados o fabricados.

Las TIC se han convertido en la herramienta necesaria para alcanzar las competencias digitales y un instrumento indispensable para la adquisición de conocimiento. Para conseguir una correcta alfabetización digital y lograr así la competencia digital (imagen 4.4.) esta tiene que ser abordada desde tres puntos necesarios:

- Competencia digital como área de conocimiento
- Competencia digital como medio para interactuar con las TIC
- Competencia digital como instrumento de aprendizaje y construcción del conocimiento.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.4. Enfoque de las TIC para generar Competencia Digital**

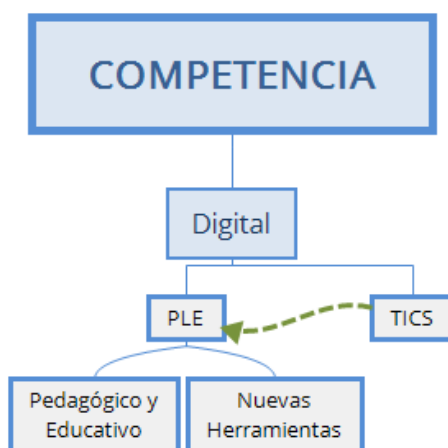
Según el Marco del Modelo Educativo en este caso reflejado en el Plan LOMCE contempla que, desde un enfoque de aprendizaje basado en las competencias básicas, no se limita a preparar al alumno para la sociedad caracterizada por la información y la comunicación y el conocimiento, sino que incluye la utilización de esos conocimientos y recursos procedimentales y actitudinales para dar respuesta a otras demandas más complejas.

De acuerdo con este punto de vista de las instituciones el estudiante que ha finalizado la educación básica ha adquirido una competencia digital a través de las TIC que garantice una alfabetización necesaria para el desarrollo funcional que la sociedad actual demanda.

Esta adquisición de conocimientos queda demostrada en los entornos personales de trabajo (PLE, siglas traducidas del inglés "*Personal Learning Environment*"). Según Ortiz-Colón, Maroto y Agreda (2017), se puede entender este desde un concepto muy amplio donde no solo ha incidido en la educación, sino que también en la comunidad científica, contextos académicos, prácticas y ejercicios etc.

En la Imagen 4.5. se observa la diferencia dos contextos de PLE en cuanto a su desarrollo y aplicación (Adell & Castañeda, 2010) (Casquero, 2013):

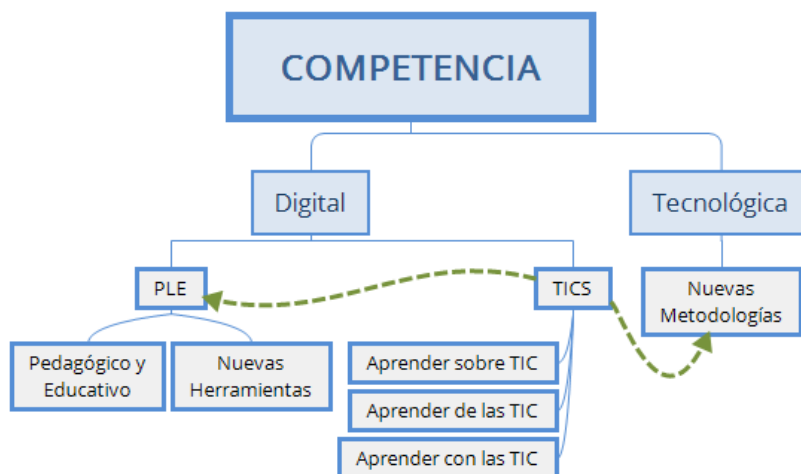
- Desde el punto de vista pedagógico: se consideran como las herramientas que ayudan y facilitan tanto al profesor como al estudiante en la gestión de la adquisición de conocimiento (Cabero, Barroso, & Llorente, 2010). De esta forma según dijo Ortiz-Colón, Maroto y Agreda (2017) se entiende el PLE como "la forma en que los individuos usan la tecnología para su aprendizaje en el contexto actual de la sociedad del conocimiento, dando respuesta a las nuevas formas de conocimiento que se están generando".
- Desde el punto de vista tecnológico y nuevas herramientas: Adquiere un mayor grado de importancia las herramientas tecnológicas que surgen. Fiedler y Pata (2009) lo describen como las herramientas necesarias que surgen en un momento dado para su utilización por parte del docente y estudiante. Siempre centrando la atención en la propia herramienta antes que en el servicio que esta pueda ocasionar en el sistema educativo.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.5. Enfoque de las TIC y su incursión en el PLE**

El marco del modelo educativo (imagen 4.6.) incide que esta capacidad de adquisición de la competencia digital no se puede evaluar cuantitativamente por su utilización o frecuencias de usos, sino por la “solución de aplicarlos con nuevas metodologías que habrá que incorporar en los distintos ámbitos y situaciones de un modo adecuado, eficaz y responsable”.



Fuente: Elaboración propia (2018)

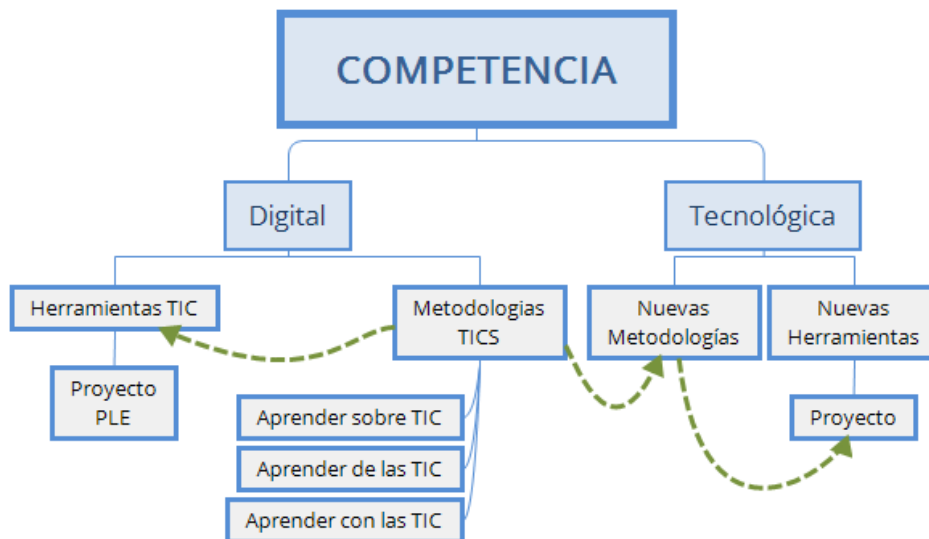
**Imagen 4.6. Enfoque de las TIC y su incursión en la competencia tecnológica**



Desde un punto de vista generalizado, en la actualidad, el Currículo de Carácter Orientador que contempla el Anexo II, entiende que las herramientas TIC no solo hace alusión a las competencias digitales, sino que además hace referencia a las tecnologías que emplea el alumnado y el profesor en su aprendizaje.<sup>81</sup>

Estas se consideran que van más allá de los equipos informáticos como ordenadores portátiles, tablets, teléfonos móviles etc. O a su vez entornos de comunicación y transferencia de contenidos como por ejemplo email, Google, Drive, Dropbox, etc.

La competencia tecnológica se puede entender y tratar desde el punto de vista metodológico; desde el bloque de contenidos hasta la resolución de problemas tecnológicos para la búsqueda de un fin o desarrollo de proyectos (imagen 4.7.).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.7. Enfoque Competencia Tecnológica**

<sup>81</sup> Currículo de la Educación Básica que contempla el decreto 236/2015, página 505, Gobierno vasco. Fuente: <http://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/decreto/decreto-2362015-de-22-de-diciembre-por-el-que-se-establece-el-curriculo-de-educacion-basica-y-se-implanta-en-la-comunidad-autonoma-del-pais-vasco/>

## 4.2. Competencia Tecnológica.

### 4.2.1. Enfoque y definición.

De acuerdo con la definición que ofrece la Comisión Europea citada por Alonso (2008), es la capacidad demostrada de utilizar el conocimiento y destrezas. Se entiende en este caso como conocimiento al resultado de la asimilación de información que tiene lugar en el proceso de aprendizaje.

En cambio, la destreza hace alusión a la capacidad de aplicar dichos conocimientos y utilizar distintas técnicas con el fin de terminar ejercicios y propuestas y resolver problemas.

La incursión de las TIC y TAC en los procesos de enseñanza-aprendizaje supone la necesidad de una mayor capacitación en el uso de las nuevas herramientas y su integración en distintas prácticas para que estas puedan llegar a ser mediadoras en un proceso de aprendizaje dentro de la competencia tecnológica.

Según Gutiérrez y Cabero (2016), la base para la generación de una competencia educativa que, en este sentido se puede aplicar a una competencia tecnológica es “[...] el conjunto de conocimientos, procedimientos que permite resolver problemas específicos de la sociedad de manera autónoma”.

De esta manera cambiando las nuevas herramientas que surgen en el día a día, aplicando los conocimientos que proporcionan las distintas competencias y aplicando ejercicios que resuelvan problemas, genera nuevos espacios y entornos de aprendizaje.

Ante este escenario surge el paradigma de como se puede desarrollar y aplicar una metodología en la que se produzca una sinergia entre la formación educativa, las nuevas herramientas tecnológicas y su aplicación en las diferentes competencias que permita la resolución de problemas específicos de la sociedad.

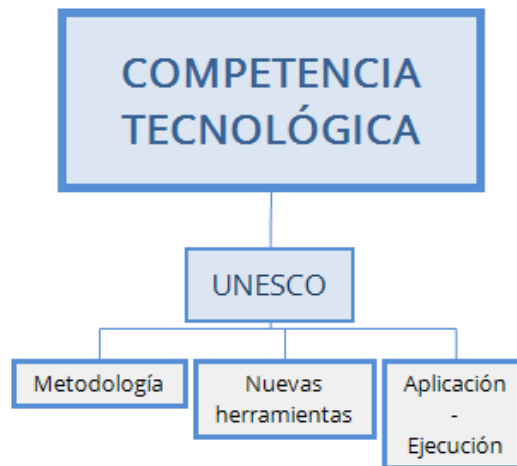
De acuerdo con Martin y Omrani (2015) las competencias tecnológicas están ligadas a la resolución de un problema concreto que pertenece a un área determinada. A su vez de poseer habilidades que adquiere una persona para realizar de una manera metodológica las herramientas TIC y buscar así la eficiencia de los procesos a partir de la optimización de los recursos que estas ofrecen.

La UNESCO y argumentado por Guzmán et al. (2017) hacen una referencia sobre la competencia tecnológica confirmando lo anteriormente expuesto. Dicha competencia es dividida en tres partes (imagen 4.8.):

- Básicas o de alfabetización digital: Identificadas y relacionadas con el uso y el planteamiento que se les dé a las TIC.
- Aplicación o uso de habilidades: Haciendo referencia a los conocimientos para la creación y gestión de los proyectos, la resolución de problemas y hacer uso de las distintas redes de información y comunicación.

- Éticas: Relacionadas con el propósito del individuo en la realización del proyecto y su respuesta a los escenarios sociales.

Para llevar a cabo este proceso donde la tecnología se catalogue como competencia, esta debe incluirse en todo el periodo de formación del estudiante y de acuerdo con Yerdelen-Damar et al. citado por Guzmán et al. (2017) gran parte de la responsabilidad recae sobre el docente de como guiar al alumno en todo el proceso.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.8. Enfoque Competencia Tecnológica desde la UNESCO**

#### **4.2.2. Objetivos.**

Dentro del programa curricular se entiende la competencia tecnológica desde dos puntos:

- Metodológico: donde se desarrollan los bloques de contenido, el planteamiento de ejercicios y la resolución de los problemas caracterizados por las diferentes formas de actuación en busca de un resultado.
- Comunicativo: Para el desarrollo de un proyecto educativo y la resolución de los problemas es necesario transmitir, comunicar e intercambiar ideas. Buscar las mejores soluciones no basta solo con un óptimo manejo de las herramientas, sino que además se tendrá que saber conexionar las distintas disciplinas y competencias educativas.

Para el desarrollo metodológico de esta investigación centramos el área de actuación en los objetivos generales del planteamiento específico del currículo Heziberri 2020 para la ESO.<sup>82</sup>

Los objetivos de la etapa en competencia tecnológica en ESO son los siguientes:

- *Detectar un problema tecnológico y diseñar y planificar la solución al mismo, buscando y seleccionando información en diversas fuentes para que, aplicando el conjunto de saberes científicos y tecnológicos, se puedan resolver o mejorar situaciones del entorno, fomentando la actitud de emprendizaje desde el propio contexto.*
- *Analizar objetos y sistemas del ámbito tecnológico de forma metódica, comprendiendo su funcionamiento y la mejor forma de usarlos y controlarlos, para entender las razones de su fabricación y de uso, así como para extraer información aplicable a otros ámbitos.*
- *Representar y simular mediante canales y herramientas adecuados las soluciones técnicas previstas o realizadas, utilizando para ello simbología y vocabulario correctos, así como recursos gráficos adecuados, a fin de explorar su viabilidad y alcance e intercambiar información sobre las mismas.*
- *Manejar con soltura y responsabilidad elementos tecnológicos del entorno, proponiendo opciones de mejora o alternativas de uso, contrastando, si fuera necesario, diversas fuentes, con el fin de resolver situaciones habituales en diversos contextos.*
- *Realizar, bien en el ámbito físico o en el virtual, la solución a un problema tecnológico, elaborando, en su caso, el programa de control necesario, teniendo presente las normas de seguridad y ergonomía y llevando a cabo continuas realimentaciones para acercar lo elaborado a las condiciones planteadas.*
- *Evaluar el proceso de trabajo seguido, así como el producto obtenido, siendo conscientes del bagaje acumulado, comprobando la calidad y funcionamiento del resultado respecto a las condiciones propuestas, además de las repercusiones de la propia actividad en el medio natural y social, para asegurar que el problema tecnológico ha sido resuelto y poder proyectar un nuevo ciclo de mejora.*

Para el desarrollo metodológico de esta investigación centramos el área de actuación en los objetivos generales del planteamiento específico del currículo Heziberri 2020 para Bachillerato.<sup>83</sup>

---

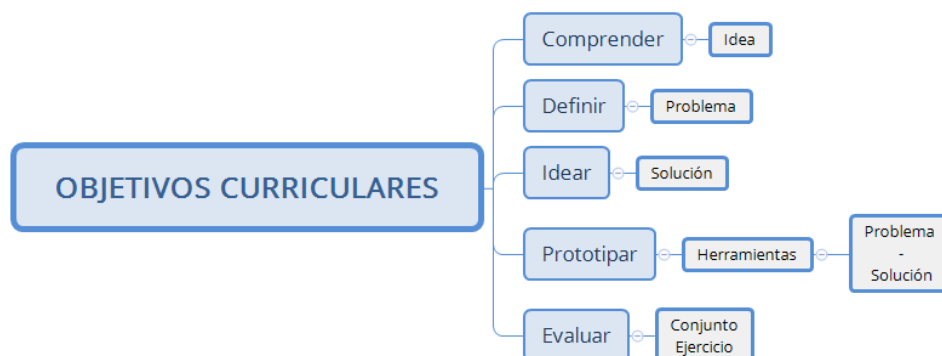
<sup>82</sup> Planteamiento general del currículo para la educación básica. Heziberri 2020, p. 505, (3). 2017

<sup>83</sup> Planteamiento específico del currículo de Bachillerato. Heziberri 2020, p. 397, (4.2.1.). 2017

Los objetivos de la etapa en competencia tecnológica en Bachillerato son los siguientes:

- *Analizar metódicamente objetos y sistemas del ámbito tecnológico, explicando su uso, funcionamiento, el modo en que han sido construidos, su ciclo de vida y otros factores económicos y sociales que han intervenido en su creación, para evaluar su calidad, su repercusión social y medioambiental, así como aspectos susceptibles de mejora.*
- *Contrastar soluciones llevadas a cabo con diferentes recursos energéticos, calculando los consumos de los procesos y los componentes tecnológicos, estimando su eficiencia, a fin de seleccionar el más adecuado para el entorno que se trate.*
- *Expresar con precisión características y soluciones relativas a procesos, sistemas o productos tecnológicos, utilizando vocabulario, simbología y formas de expresión adecuadas, para comunicarlos en procesos de resolución de problemas o en la mejora de soluciones existentes.*
- *Implementar soluciones a un problema de índole tecnológico planteado, aplicando leyes científicas y el bagaje técnico, comprobando el comportamiento de materiales, operadores, máquinas o sistemas tecnológicos con el fin de resolver el problema y mejorar la eficiencia, teniendo presente igualmente factores medioambientales y sociales.*
- *Montar, manejar, y en su caso programar, sistemas de control y automáticos, a partir de unas condiciones dadas, con el fin de asegurar su adecuado funcionamiento en el contexto en el que se desempeñen*

A la vista de los objetivos que indica el plan de actuación Heziberri 2020 se puede deducir una intervención de ejercicios donde interactúa problemas del ámbito de la sociedad y del día a día junto con el uso de las nuevas herramientas para generar conocimiento y competencias tecnológicas a través de la resolución de los propios problemas (imagen 4.9.).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.9. Enfoque de las TIC y su incursión en la competencia tecnológica**

Según esto, el planteamiento general dice que “[...] los aprendizajes basados en estos contenidos son recursos imprescindibles a la hora de resolver problemas complejos de índole tecnológico, a los que se enfrentan los disidentes, por lo tanto, se deduce que el eje metodológico de la resolución de problemas prácticos puede ser precedido por la adquisición de esos aprendizajes por parte de cada alumno [...]”.

Esta metodología tiene su base conceptual y de desarrollo en un aprendizaje basado en proyectos. Esta afirmación queda reflejada en el propio plan<sup>84</sup> donde cita que “[...] el método de proyectos es el eje metodológico y contenido en la materia de tecnología dado que se emplea en la vida real como forma de afrontar una solución”.

#### **4.2.3. Situaciones de integración competencia tecnológica. Área de actuación.**

Según la propuesta Heziberri 2020 para el desarrollo de una competencia de base tecnológica supone un desarrollo competente que implique la integración de los recursos y conocimientos que el estudiante ha adquirido a lo largo de su aprendizaje para resolver situaciones con problemas.

Estos retos o problemas se plantean desde un punto de vista complejo pero accesible para su resolución, suponiendo así un reto y un desafío para el estudiante.

De acuerdo con Barrows (2010), los problemas que surgen en el proyecto estimulan el aprendizaje autónomo de los alumnos y se obtienen oportunidades para la adquisición de conocimientos y desarrollo de habilidades, requiriendo estos una solución y que la óptima no sea conocida.

<sup>84</sup> Planteamiento general del currículo para la educación básica. Heziberri 2020, p. 78, (1). 2017

Ante esta situación se encuentra el paradigma de cómo interpretar distintos problemas y como llevar a cabo una solución óptima. No existe lectura encontrada donde se pueda plantear una metodología o un proceso de “saber hacer” donde la resolución a un ejercicio sea valorada a igual por un niño de primaria, que por uno de secundaria o que por uno de bachiller.

Esto nos lleva a que las situaciones de aprendizaje y de evaluación no pueden ser las mismas, ya que estas no pueden ser comprendidas e interpretadas por los estudiantes en sus diferentes etapas escolares.

De acuerdo con esta interpretación la adquisición de una competencia tecnológica irá marcada en paralelo a la experiencia del estudiante en función de los mismos interés y recursos didácticos adquiridos y generando así una solución a los problemas planteados. Sin olvidar la finalidad que tiene el proyecto dentro de la educación; este debe plantearse como un reto.

Ante este escenario, para una correcta implementación por parte del docente e interpretación por parte del alumnado, el desarrollo de una competencia tecnológica en el marco teórico del plan, se propone desde cuatro ámbitos para su integración. De esta manera se deja en abierto áreas de actuación y de aprendizaje (imagen 4.10.).<sup>85</sup>



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.10. Ámbitos de integración de la Tecnología**

Para ello se propone su aplicación desde cuatro ámbitos:

- En el **ámbito personal** se puede plantear el diseño de un objeto para uso propio, solicitando desde sus dimensiones al proceso de fabricación; o la automatización de alguna actividad rutinaria, aprovechando una tarjeta de control.

<sup>85</sup> Planteamiento general del currículo para la educación básica. Heziberri 2020, p. 79, (1). 2017

También cabe plantear una aplicación que, aun elaborada en modo local, se pueda subir a Internet y responda a una necesidad de comunicación del adolescente.

- En el **ámbito social** cabe plantear la solución a una situación que pueda tocarle vivir con su grupo de amigos o amigas: desde artefactos que funcionen con energía renovable, pero que le ayuden a elaborar la comida para celebrar una fiesta, la de la tierra, por ejemplo; hasta un sistema de control de luces psicodélicas que acompañen la música del local de su grupo; a diseñar un logo de identificación del grupo, un trofeo para un torneo, un recuerdo para una experiencia, aprovechando la impresión en 3D.
- En el **ámbito académico** se le puede plantear el diseño de una situación de integración que debieran solucionar al igual que sus compañeros, en la que converjan los últimos recursos didácticos, así como otros datos que se le aportan. También se podría aprovechar alguna situación real, una aglomeración diaria en un punto del recorrido de entrada del alumnado, la falta de un lugar para las mochilas cuando vienen a un recreo desde el polideportivo, el desfase en la programación del timbre cuando hay cambio de horario en octubre y junio o entre estaciones; desde ese punto de partida se pueden aportar documentos, algunos espurios o sin validez para la solución de la situación, manuales, catálogos, etc. y plantear solucionar el problema.

#### **4.2.4. Contribución a las competencias transversales**

Como se ha analizado en puntos anteriores las competencias específicas se identifican como unos saberes concretos en un determinado campo del conocimiento (Velásquez, Ríos, Martínez, & Mendoza, 2017).

Pero estas no solo deben aportar capacidades para que el alumno pueda enfrentarse a problemas y desarrollar soluciones, sino que con recursos propios y los facilitados por el docente y otros agentes externos puedan alcanzar una meta.

A su vez la competencia tecnológica debe dar sentido al resto de competencias que forma la educación de la propia persona que va a estar aplicando en el día a día durante el resto de su vida.

Desde el 2006 se puede observar en la Normativa Educativa Española que establece que un alumno deberá estar capacitado para:

- Su realización personal
- El ejercicio de la ciudadanía activa
- La incorporación a la vida adulta de manera satisfactoria
- Desarrollo de un aprendizaje a lo largo de la vida



A partir de este enfoque el desarrollo de una educación por competencias plantea una serie de conocimientos divididos por competencias con una serie de habilidades relacionadas entre sí (OCDE).<sup>86</sup>

La OCDE (1997) a través de un análisis y ejercicio realizado por el *Informe PISA*, confirmó la falta de un marco conceptual que aporte de forma explícita cuales y que son las habilidades, conocimientos y competencias y como todas ellas se pueden relacionar entre sí.

Desde el punto de vista del área de actuación de esta investigación, el elegir una educación por competencias, en este caso competencias tecnológicas, se centra en el objetivo educativo de la competencia transversal de “aprender a tener iniciativa y espíritu emprendedor” (LOE<sup>87</sup> y LOMCE<sup>88</sup>, 2006).

Desde el planteamiento general del currículo para la Educación Básica propuesto para la integración de una competencia disciplinar en el marco de competencias transversales, es que el alumno disponga de recursos pero que, sobre todo, sepa movilizar dichos recursos de forma integrada para actuar con iniciativa y espíritu emprendedor y a la vez tomar decisiones y resolver de forma satisfactoria una situación – problema.

Como se ha visto en el capítulo anterior, la tecnología se debe aplicar desde un terreno educativo que intervengan los cuatro ámbitos necesarios para poder desarrollarnos actuar de forma competente. Estas, aplicadas a través de las tomas de decisiones y la resolución de problemas dentro de un marco proyectual con iniciativa y espíritu emprendedor en todos los ámbitos de la vida es donde según el programa Heziberri 2020, confluyen todas las competencias específicas y las transversales.

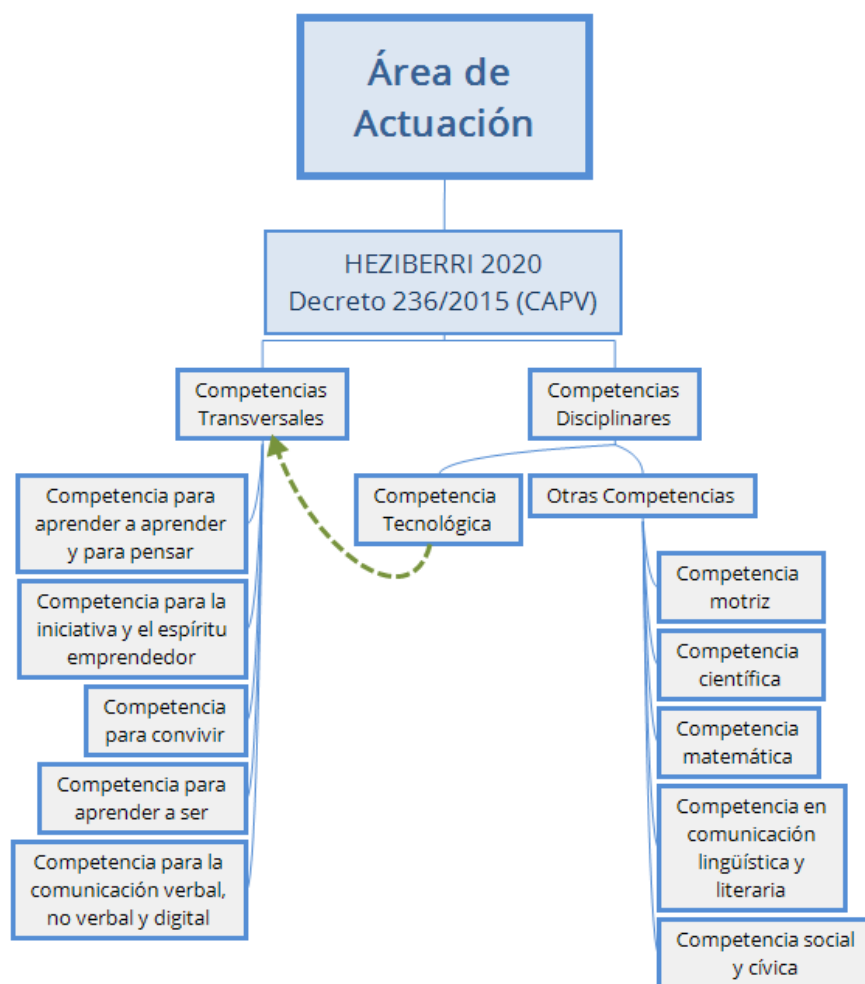
Las disciplinas que forman la competencia tecnológica, contribuyen a la formación y adquisición de las competencias básicas o transversales (imagen 4.11.).

---

<sup>86</sup> Organización creada para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) dentro del programa “Programme for International Student Assessment (PISA).

<sup>87</sup> LOE (Ley Orgánica de Educación). Ley Orgánica 2/2006 de Educación, aprobada el 6 de abril de 2006. La ley regulaba las enseñanzas educativas de España desde el curso académico 2006-2007 hasta el curso 2013-2014.

<sup>88</sup> LOMCE (Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa). Ley Orgánica 8/2013 de Educación aprobada en 2013 que regula la educación de España hasta la fecha actual.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.11. Propuesta de área de actuación Competencia Tecnológica**

Como se ha descrito en capítulos anteriores las competencias disciplinares, en general todas las que las forman, se muestran como materias educativas interdisciplinares y como nexo de unión con el resto de competencias transversales.

A continuación, se realiza un análisis del Planteamiento general del currículo para la educación básica, donde describe el comportamiento que deben tener las competencias

tecnológicas enfocadas a cada una de las competencias transversales de forma independiente.<sup>89</sup>

Este análisis proporciona para este estudio de investigación los hitos y etapas que debe cumplimentar la metodología a desarrollar:

- *Competencia comunicativa verbal, no verbal y digital*: El hecho de aplicar conocimientos o herramientas con una base de tecnología supone la utilización de un lenguaje de comunicación. A la hora del desarrollo proyectual, el alumno debe ser capaz de comunicar las soluciones a las ideas presentadas y exponerlas tanto en grupo de trabajo como al profesor. Para poder llevar a cabo este proceso se recurre al uso de las TIC tanto para el desarrollo de proyectos como para la presentación de soluciones. También ayuda a la realización autónoma y personal del alumno y el uso de internet. Como se muestra en la imagen 4.12., además la aplicación de esta competencia favorece al desarrollo de otras competencias que no se catalogan dentro del plan de actuación, como por ejemplo la competencia digital y la integración de las TIC.



Fuente: Elaboración propia (2018)

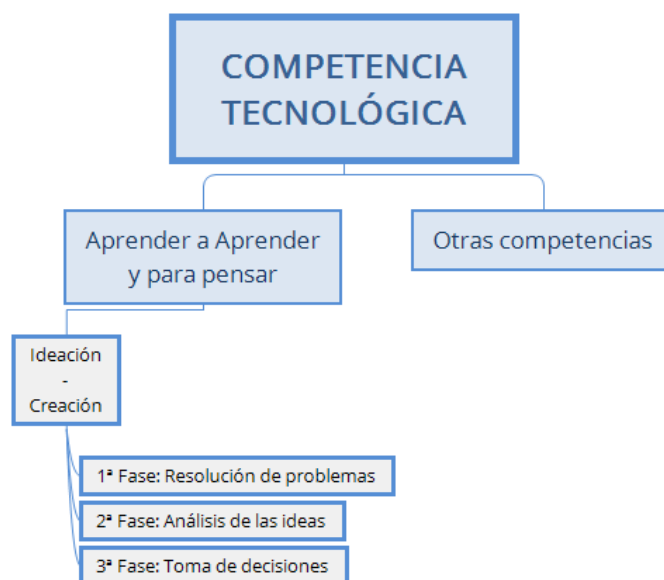
**Imagen 4.12. Intervención Competencia Tecnológica en Competencias para la comunicación**

- *Competencia para aprender a aprender y para pensar*: El desarrollo de un proyecto o el desarrollo para la búsqueda de soluciones a problemas requiere una metodología y un aprendizaje activo desde un contexto de equipo, colaborativo y autogestionado (Roca Llobet, Reguant Álvarez, & Canet Velez, 2014).

<sup>89</sup> Planteamiento general del currículo para la educación básica. Heziberri 2020, pp. 76-84, (3). 2017

El estudiante debe estar capacitado para la búsqueda de la idea y posteriormente transformarla utilizando los criterios óptimos en función de los conocimientos adquiridos.

Como muestra la imagen 4.13, dicha competencia se puede dividir en tres partes o fases esenciales:



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.13. Intervención Competencia Tecnológica en Competencias para la competencia de Aprender a Aprender**

- *Competencias para convivir:* La sociedad del s. XXI avanza al ritmo que se desarrollan las nuevas tecnologías. La aportación de soluciones a los problemas y proyectos se identifican con las distintas sociedades y culturas. En este sentido las competencias tecnológicas ofrecen una oportunidad de conocimiento del entorno en el que se vive y el continuo desarrollo de las herramientas que posibilitan los cambios. Esta competencia liga el trabajo en grupo y a la cooperación (imagen 4.14.). El estudiante construye el conocimiento con la misma reflexión que deberá utilizar en su vida profesional (Cònsul, 2007). Esto ayuda a encontrar soluciones imaginativas a problemas tecnológicos compartidos reduciendo la dificultad de desarrollo y aprendizaje del compañero y facilitando en todo momento la competencia de convivencia.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.14. Intervención Competencia Tecnológica en Competencias para convivir**

- *Competencia para la iniciativa y el espíritu emprendedor:* Esta competencia está ligada a la competencia tecnológica y a metodologías de ideación y desarrollo.

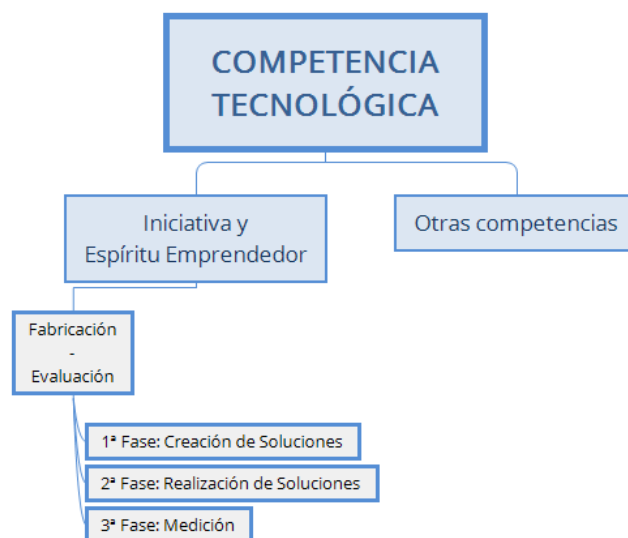
Exige al estudiante que el método proyectual se considere las bases de su aprendizaje continuo. A su vez requiere una atención continua de la realidad de las nuevas tecnologías y herramientas que emergen en el día a día.

Además, cuestionarse su uso para implementarlo junto sus conocimientos en otras áreas de aprendizaje.

Como se puede observar en la imagen 4.15, esta competencia se divide en tres fases:

- Fase de creación de soluciones.
- Fase de realización.
- Fase de medición.

El estudiante se considera dueño de sus proyectos y etapas, tomando decisiones continuas que ayudan tanto al desarrollo del trabajo y de su aprendizaje. En un proyecto del tipo ABP los docentes se convierten en actuadores o facilitadores dejando de esta manera al alumno autonomía y responsabilidad a la hora de adquirir conocimiento (Johari & Bradshaw, 2008).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.15. Intervención Competencia Tecnológica en Competencias para la Iniciativa y el Espíritu Emprendedor**

- *Competencia para Aprender a Ser:* Al aplicar un proceso donde intervienen metodologías y el uso de nuevas herramientas se hace frente a la resolución de problemas de ámbito tecnológico. Desde el punto de vista de uno propio, hace reflexionar los propios sentimientos, pensamientos y acciones que se producen desde diferentes situaciones de la vida y que hará desarrollar en este caso el proyecto desde diferentes escenarios. Una adecuada valoración de uno mismo le sirve para orientarse y acercarse a la autorrealización (Heziberri 2020, 2017, p. 82). De esta manera el alumno podrá realizar una evaluación del conjunto del proceso realizado (imagen 4.16).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 4.16. Intervención Competencia Tecnológica en Competencias para Aprender a ser**





# Capítulo 5

## Desarrollo de un proceso creativo y tecnológico

### 5.1. *Design thinking* como estrategia curricular.

Realizar un aprendizaje mediante proyectos no solo supone una alternativa de aprendizaje, sino que además proporciona un amplio abanico de ejercicios y recursos que, a través de la resolución de problemas abarcan otras áreas del conocimiento.

Un ABP hace que el alumno sea capaz de construir su propio conocimiento a partir de ejercicios que resuelvan problemas. En la mayoría de los casos, estos ejercicios deberán ser propuestas cotidianas de la sociedad donde el estudiante asuma el rol de protagonista para la gestión de su propio aprendizaje.

Como se lleva observando a lo largo de la investigación el camino para el desarrollo de una metodología basada en las etapas del *design thinking* y el uso de nuevas tecnologías creativas consta de tres partes principales:

- Metodologías
- Procesos
- Herramientas

A lo largo de este capítulo se desarrolla una metodología basada en las etapas del *design thinking* donde se integre y cumpla los objetivos dentro de la competencia tecnológica curricular.

### **5.1.1. Aproximación del *design thinking* como estrategia curricular.**

El objetivo fundamental de esta investigación es la integración de la metodología de *design thinking* en el currículo educativo a través del uso de las nuevas tecnologías creativas.

Como hemos visto en capítulos anteriores, se entienden como creativas, el uso de las herramientas de fabricación digital, robótica educativa y el entorno que les rodea, viéndose en distintos informes internacionales el impacto que generan en la actualidad y en los años próximos.

Los contenidos que se incluyen en este bloque además de los anteriores, son el uso de nuevos software y hardware que emergen en el día a día de la sociedad, haciendo especial mención a los denominados “open source”.

Además, se hace alusión no solo a las herramientas que los alumnos aprenderán a manejar sino a los nuevos espacios que estas generan ya sea de forma virtual (internet, servidores, redes, etc.) o forma física o de laboratorio.

Para hacer posible la introducción de estas herramientas en el sistema educativo y lo que esto conlleva, significa el desarrollo de una nueva forma de educar al alumno y al profesor, ya que los ejercicios que estos plantean, suponen nuevas formas de aprendizaje y desarrollo. Además de hacer frente a los objetivos que obliga el currículo.

Como se describe en el Capítulo 2, el *design thinking* no habla de cómo diseñar objetos, sino que genera una metodología de diseño proporcionando una guía y herramientas que, junto con las habilidades que posee el diseñador se hace frente a la resolución de problemas complejos mediante la creatividad.

Como describe la d.school (2019)<sup>90</sup> se puede establecer un escenario de innovación educativa mediante la búsqueda de soluciones a partir de las etapas del *design thinking* proporcionando herramientas creativas y métodos para implementar la creación de marcos o guías que ayude al profesor a desarrollar sus propios enfoques.

De acuerdo con Tassi (2008) y Burnette (2018) estas herramientas creativas necesitan de una guía para ser correctamente planteadas y utilizadas con la premisa de generar conocimiento en los alumnos en las distintas competencias.

Plantear un enfoque de *design thinking* como metodología curricular sugieren procesos relacionados con el entorno de la creatividad y de la innovación de ejercicios muy vinculados con metodologías ABP y el constructivismo de Papert.

---

<sup>90</sup> Manual para la integración del *design thinking*. Fuente: <https://dschool.stanford.edu/resources/design-thinking-bootleg>. Revisado: 13-02-2019

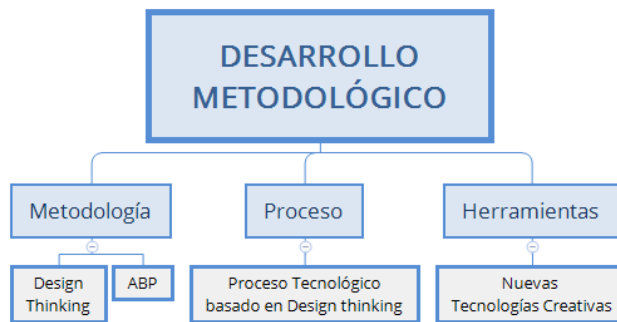
Ante esta hipótesis, se plantea desde el punto de vista del *design thinking* el medio para la búsqueda de soluciones y que a su vez cumpla todos los requisitos que exige el programa educativo (Figura 5.1).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 5.1. Desarrollo metodológico**

Para conseguir una relación de todo lo que compone el desarrollo metodológico se divide en tres bloques fundamentales. En la imagen 5.2., se puede observar los 3 enfoques que componen el proceso y a cuál corresponde cada uno.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 5.2. Desarrollo metodológico. Enfoque**

Como se ha visto en el capítulo anterior, la competencia tecnológica incide en el resto de competencias a través de un aprendizaje de desarrollo de proyectos para la búsqueda

de soluciones a los ejercicios planteados por el docente. Además, viene integrada en el currículo educativo que se ha analizado desde el punto de vista del desarrollo de un proyecto y más concretamente en la ideación y desarrollo de un producto.<sup>91</sup>

Como hacemos referencia en el capítulo 1, este enfoque viene apoyado desde una perspectiva más amplia. La d.school propone el desarrollo creativo como el medio para afrontar el desarrollo del proyecto y generar nuevas necesidades y problemas y llegar así a la búsqueda de soluciones innovadoras.

Aplicar un aprendizaje basado en los principios del *design thinking* dentro de la competencia tecnológica supone la integración de un ABP dentro de una metodología donde la creatividad sea guiada y estimulada de una forma controlada (Maeda, 2008).

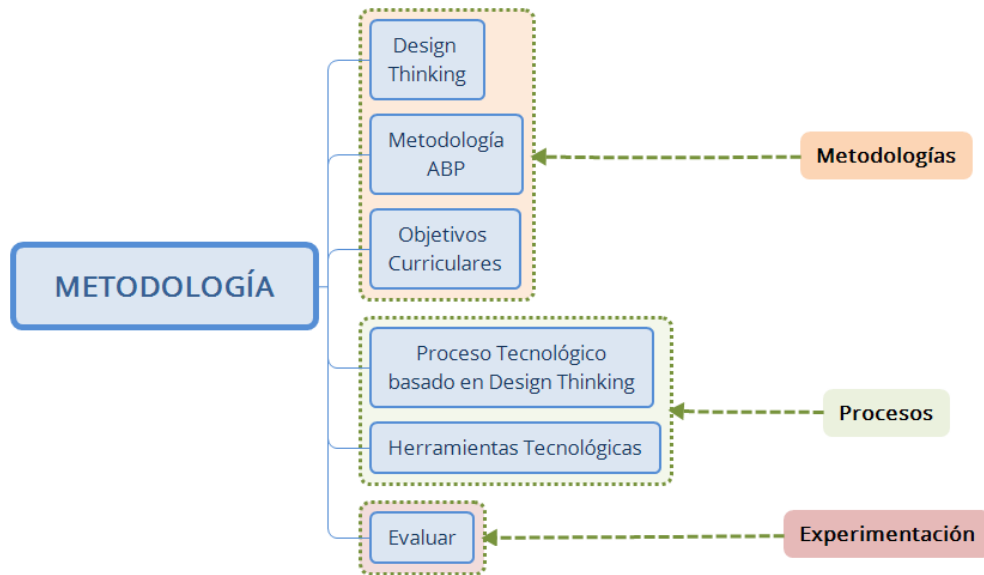
El objetivo final es el desarrollo de las etapas que generen un proceso tecnológico de integración curricular basado en el *design thinking*. Para conseguir estas etapas donde se encuentren involucrados los tres enfoques, se realiza una relación y descripción entre ellos desde el punto de vista curricular correspondiente a la competencia tecnológica.

De acuerdo a la investigación realizada, a partir de ahora, se hará referencia a la metodología desarrollada con el nombre *metodología DiTec*, haciendo referencia a los acrónimos de diseño y tecnología.

En la imagen 5.3. se puede observar la relación de los tres enfoques y como estos se dividen a su vez en otros con el fin de integrarse en el currículo.

---

<sup>91</sup> Planteamiento general del currículo para la educación básica. Heziberri 2020, p. 79, (1). 2017



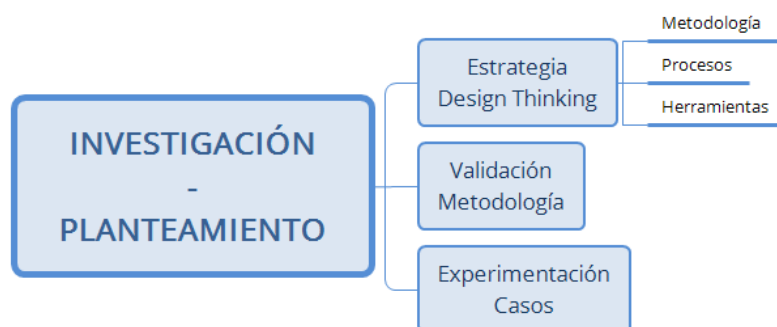
Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 5.3. Enfoque metodológico integración proceso tecnológico basado en *design thinking*.

### 5.1.2. Objetivos de investigación y planteamiento.

En la imagen 5.4 se muestra el esquema del planteamiento que adquiere la investigación. Los objetivos a desarrollar son los siguientes:

- Desarrollo proceso tecnológico basado en *design thinking*.
- Integración de nuevas herramientas tecnológicas como herramientas creativas para la búsqueda de soluciones.
- Validación del desarrollo metodológico con currículo educativo.
- Testeo y puesta en práctica de metodología con casos prácticos.
- Sistema de evaluación de las hipótesis y casos prácticos.



Fuente: Elaboración propia (2018)

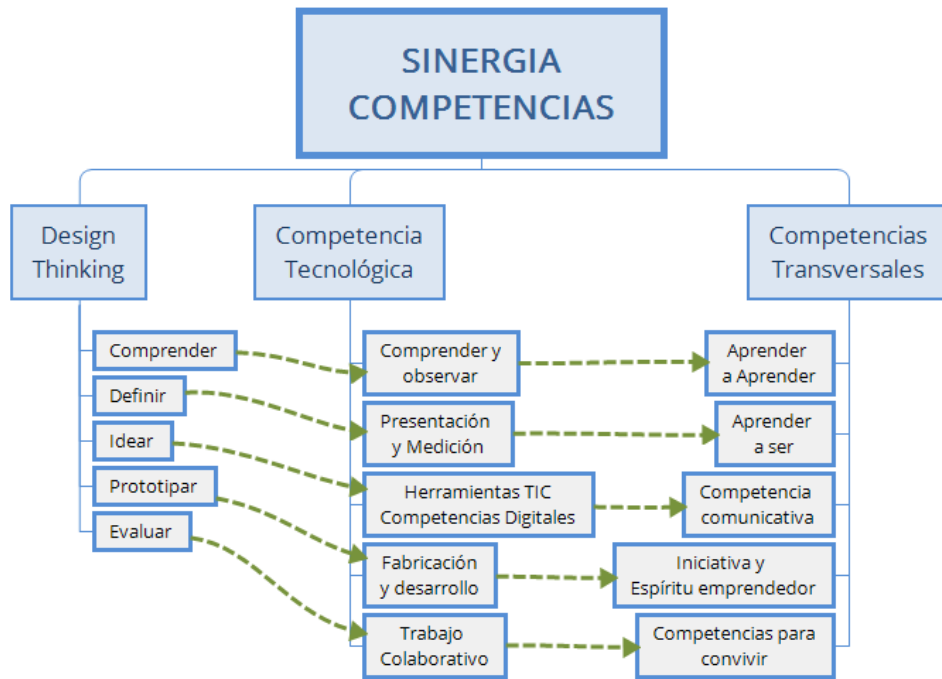
**Imagen 5.4. Planteamiento de la investigación**

## **5.2. Metodología para un proceso tecnológico basado en *design thinking*.**

El desarrollo de un proyecto y la búsqueda de soluciones del mismo se puede entender y tratar desde varios puntos de vista metodológicos. En este caso de investigación, los pasos a dar se analizan desde un escenario tecnológico definido por el currículo educativo y cómo además esta competencia influye en el resto de una manera significativa en el proceso de aprendizaje basado en el diseño.

En el capítulo anterior se ha visto la contribución que aporta la competencia tecnológica en el resto de competencias transversales. Esto aplicado desde un punto de vista y más concretamente cómo describe la d.school (2018), con una metodología basada en los orígenes del diseño y manteniendo esa estructura como el eje principal de la búsqueda de soluciones:

- En la imagen 5.5 observamos la relación que aporta la competencia tecnológica en el resto de competencias transversales.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 5.5. Relación entre competencias**

**5.2.1. Integración fases design thinking (Imagen 5.6.).**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 5.6. Relación Proceso Tecnológico**

Como se ha visto a lo largo de la investigación, las necesidades de los estudiantes están evolucionando tan rápido como las tecnologías y las aplicaciones que compiten por hacerse un hueco en la sociedad.

Del mismo modo ocurre con las instituciones educativas, que intentan mantenerse al día con la dificultad de la evolución del tiempo. En la actualidad existe una desconexión a la hora de rediseñar nuevas actividades e integrar las herramientas tecnológicas que crean aprendizaje.

Según Speicher (2012)<sup>92</sup>, directora del departamento educativo de IDEO, dijo que “[...] necesitamos desesperadamente a esta próxima generación para enfrentar los desafíos gigantes que enfrenta nuestro mundo. [...] parece que nuestro sistema actual no los estaba preparando realmente para este futuro”.

Aplicar un enfoque basado en *design thinking*, genera que el docente aplique nuevas técnicas de diseño centradas en la persona para empatizar de una forma más satisfactoria con el estudiante y estos, sentirse comprometidos con el aprendizaje.

El hecho de que el docente se convierta en el diseñador de su propia experiencia en el aula, profesionaliza la figura del profesor provocando un cambio en la estructura curricular y en las necesidades del alumno.

Dominic (2014)<sup>93</sup> dijo que aplicar el *design thinking* en el entorno educativo es “[...] un acto creativo y permite que los profesores entiendan que el hecho de crear un ambiente de aprendizaje eficaz es un arte tanto reflexivo como intencional. Si queremos cambiar la educación y aprender a hacerlo de forma relevante, más eficaz y más agradable para todos los involucrados, los profesores tienen que ser los diseñadores y rediseñadores emprendedores de los "sistemas" escolares y de las propias escuelas”.

Brown (2010), planteó que el *design thinking* se presenta en el entorno educativo como una metodología que plantea la resolución de problemas complejos aplicando el pensamiento creativo, “[...] es crear un valor agregado a las materias para que el alumno pueda utilizar este conocimiento práctico a su vida diaria”.

Según la Universidad de Stanford, citado por Álvarez (2017), aplicar una metodología basada en el *design thinking* presenta una serie de beneficios muy ligados a otras metodologías activas como un ABP:

- Estimula la creatividad individual y colectiva.
- Motiva pensar críticamente en posibles soluciones.
- Favorece el trabajo en equipo.

---

<sup>92</sup> Sandy Speicher, (2012). Una lente de diseño en la educación. Entrevista realizada en IDEO *Design thinking*. Fuente: <https://designthinking.ideo.com/blog/a-design-lens-on-education>. Revisado: 14-02-2019.

<sup>93</sup> Dominic A. A., (2014). Director de la Escuela de educación independiente Riverdale Country basada en *Design thinking*.



- Fomenta la capacidad de empatía y comprensión con el equipo.
- Permite la retroalimentación constante.
- Potencia la autonomía y facilita el aprendizaje.

Desde IDEO y la d.School (2014), se ha preparado un enfoque estructurado para la generación y evolución de las ideas. Éste, posee cinco fases que guían en el proceso, desde la identificación de un reto de diseño hasta la búsqueda y la construcción de soluciones y que cada institución podrá adaptarlo según sus necesidades. A continuación, se describen las cinco etapas que dan forma a una metodología para la integración curricular<sup>94</sup>:

- **Comprender y descubrir:** El Descubrimiento cimenta una base sólida para el desarrollo de las ideas. La construcción de soluciones significativas para estudiantes, padres, profesores, compañeros de área y directivos empieza con un profundo entendimiento de las necesidades. El Descubrimiento significa abrirse a nuevas oportunidades e inspirarse para crear nuevas ideas. Además, se genera una empatía por entender al usuario, un esfuerzo por comprender las cosas que hacen y el porqué.
- **Definir:** Para llevar a cabo una definición hay que realizar un ejercicio de interpretación de las ideas. La interpretación transforma las historias en conocimiento significativo. Las observaciones, las visitas de campo o una simple conversación pueden ser de gran inspiración, pero no es una tarea fácil encontrar un significado en ello y convertirlo en oportunidades concretas para el diseño. Implica narrar historias, así como ordenar y condensar pensamientos hasta encontrar un punto de vista convincente y una clara orientación para la ideación o generación de ideas. Para realizar una definición es necesario tener claro el enfoque y el espacio de diseño. Se considera un punto crítico en el proceso de diseño ya que se define el problema a realizar.
- **Idear:** Aquí comienza el proceso de diseño y la generación de múltiples ideas. Esta etapa se entrega los conceptos y los recursos para hacer prototipos y crear soluciones innovadoras. La ideación supone generar muchas ideas. La lluvia de ideas incentiva a pensar sin limitaciones. Usualmente son las ideas extravagantes y sin ningún recorrido, pero todas ellas se consideran válidas. Con una preparación cuidadosa y un conjunto de reglas claras, una sesión de lluvia de ideas puede generar cientos de nuevas ideas. Es necesario separar el área de generación de ideas con el área de evaluación de ideas.
- **Prototipar:** Supone la generación de elementos informativos como puede ser dibujos, objetos y maquetas con la intención de responder a las preguntas que nos acercan a la solución final. Este hecho, permite la experimentación y dar

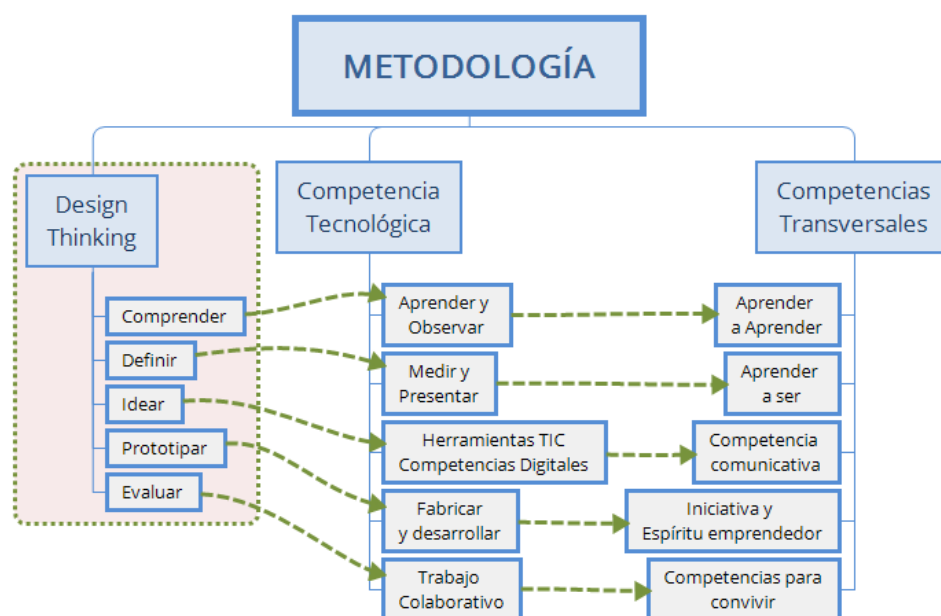
---

<sup>94</sup> Resumen extraído del manual de *Design thinking* para educadores realizado por la consulta IDEO (IDEO & d.School, 2014) y la Guía del proceso creativo desarrollada por la d.School (d.school, 2018), así como las herramientas y proceso basado en *design thinking* realizado por Roberta Tassi (Tassi, 2008).

vida a las ideas. Construir prototipos significa hacerlas tangibles y aprender mientras se construyen y se comparten con otras personas. Incluso con prototipos tempranos y toscos, se puede recibir una respuesta directa y aprender cómo seguir mejorando.

- Evaluar: Esta última etapa consiste en solicitar opiniones sobre los prototipos que se han creado, tanto del docente como de los compañeros. Es la oportunidad para refinar soluciones y poder mejorarlas. Una buena regla es siempre realizar un prototipo en lo correcto, pero se debe evaluar pensando que se está equivocado.

En la imagen 5.6 se describe gráficamente la integración de las etapas del *design thinking* dentro de la competencia tecnológica y las aportaciones generadas por las competencias transversales.

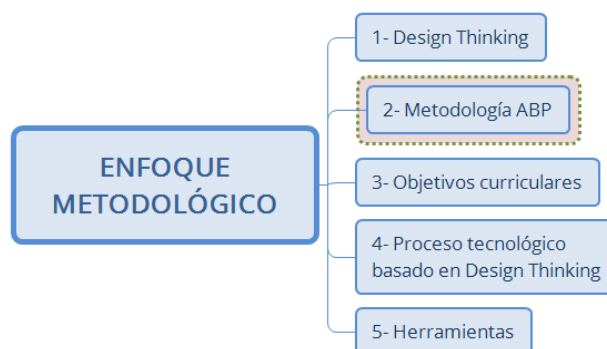


Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 5.7. Integración *design thinking* en la competencia tecnológica**

A continuación, se desarrolla la relación existente de las etapas que componen el enfoque metodológico (imagen 5.3.) con el fin de deducir las variables que forma la nueva metodología integrada en el currículo educativo, y posteriormente ésta, ser validada y poder ser testada experimentalmente.

### 5.2.2. Relación metodología ABP (Imagen 5.7.).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 5.8. Relación Objetivos Curriculares**

En el Capítulo 2 se ha realizado una investigación de procesos de aprendizaje basados en ABP. Esta metodología es la que ha adoptado numerosas instituciones educativas para dar respuesta a la incursión de las nuevas tecnologías. Esto ha supuesto un cambio en el paradigma educativo y en el desarrollo del alumno.

La evolución de las nuevas tecnologías basadas en las TIC y TAC y su incursión en la educación está generando nuevas herramientas en el desarrollo de nuevos ejercicios acercando un nuevo paradigma educativo.

Según Owen (2007), la metodología *design thinking* permite fomentar el ABP de una manera informada y amena, pero con unos fundamentos metodológicos y profundos y perfectamente establecidos.

Una enseñanza basada en un proceso ABP se puede resumir como el desarrollo de un proyecto para la ejecución de un producto final, siguiendo una serie de normas y directrices guiadas por el profesor o tutor y aplicar de un modo correcto las nuevas tecnologías como herramientas y recursos educativos.

Según Cuiñas et al (2018), aplicar un ABP bajo una metodología de *design thinking*, significa involucrar en un proyecto un proceso multidisciplinar y poder aportar “[...] soluciones de una forma muy creativa y, en muchas ocasiones, alejadas de las respuestas convencionales que tendemos a manejar”.

Esta integración metodológica del *design thinking* bajo una perspectiva de trabajo ABP coincide con las teorías generadas en la Universidad de Rhode Island, John Maeda (2013) y Yakman (2008), generando el medio creativo para aportar soluciones a los problemas planteados ya sea desde su aplicación en una disciplina o una aplicación multidisciplinar STEAM en problemas de la vida real.

El plan Heziberri 2020 a través de la competencia tecnológica brinda la oportunidad de poder realizar un ejercicio que esté en contacto con los problemas de la vida real y poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de aprendizaje.

Tanto d. School como el British Council establecen que, aplicar en un programa docente un enfoque de diseño ayuda a fortalecer mediante el proyecto las habilidades creativas para después ser aplicadas en el mundo real.

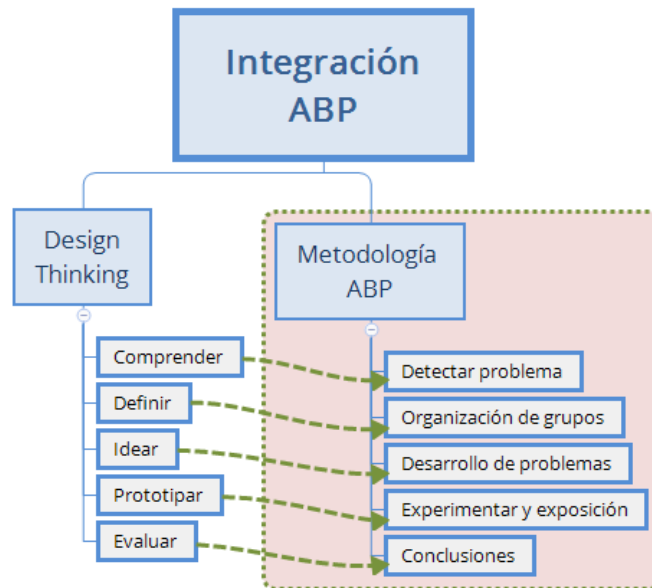
Durante la lectura del estado del arte son numerosos los casos que encontramos de resolución de problemas y de ejercicios realizados mediante un ABP. Para cada ejercicio o actividad no existe un guion a seguir, exige planteamientos distintos que se irán adaptando a las necesidades que surjan. Pero en todos los casos, siguen un patrón común que indican los pasos a realizar de una forma generalizada.

De cara a este trabajo de investigación se centra la atención en la lectura realizada por Sebastian et al. (2013), donde investiga los principios básicos de una metodología ABP para la resolución de problemas con un enfoque estructural basado en las etapas del *design thinking*:

- *Detectar problema*: Los estudiantes adquirirán los conocimientos teóricos necesarios y el material y unidades didácticas necesarias para abordar los problemas. Una vez analizada la problemática definirán los objetivos a realizar de forma grupal.
- *Organización de grupos*: Los estudiantes se organizarán en pequeños grupos de dos o tres personas para la búsqueda de una o varias soluciones del problema. Los distintos alumnos asumirán roles diferentes para conseguir estructurar el proyecto. Uno de ellos se encargará de ser el portavoz asumiendo la responsabilidad del grupo. Las responsabilidades que tomen cada uno de ellos, será realizada de forma aleatoria, intentando no repetirse y a su vez alternando diferentes compañeros con el fin de trabajar todos con todos. Esto, les obligará a enfrentarse a diferentes situaciones, opiniones, conflictos, debates etc. Favoreciendo de una manera muy notable al proyecto.
- *Desarrollo de problemas*: Cada mesa de trabajo trabajará para encontrar la solución al problema utilizando toda la documentación almacenada y analizada previamente y con las herramientas y recursos materiales y didácticos utilizados en el apartado de la definición del problema.
- *Experimentar y exposición*: Realizarán una exposición de lo trabajado durante el proyecto y lo debatirán junto a todos los componentes que han hecho el ejercicio. Se comparte información con otros grupos de cómo han llegado a la solución del problema y se comparan ideas de cuál es la mejor y que características presentan: beneficios, inconvenientes, ventajas, herramientas a utilizar, posibilidad de llevar a cabo o puesta en marcha, etc.

- *Conclusiones y evaluación:* El docente, que durante todo el proceso proyectual ha sido un guía, vuelve a su faceta de “transmisor de conocimientos”, aportando conclusiones a las distintas soluciones planteadas por los grupos. Se realizará desde un punto de vista teórico y objetivo basado en las distintas áreas educativas y en la experiencia de casos reales.

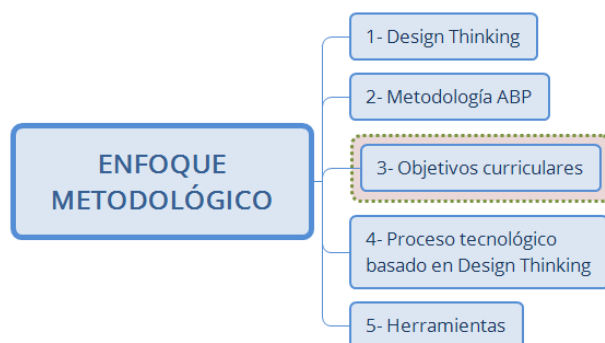
En la imagen 5.7 se puede observar la relación existente entre una metodología basada en *design thinking* y un ABP. A continuación, se describen los objetivos curriculares que, como se ha visto en el capítulo anterior, se establece un ABP para el desarrollo de actividades.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 5.9. Relación Metodología ABP**

### 5.2.3. Relación objetivos curriculares de competencia tecnológica (Imagen 5.10).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 5.10. Relación Objetivos Curriculares**

Desde el punto de vista del sistema educativo la competencia tecnológica está enfocada en introducir nuevas herramientas TIC para mejorar y optimizar tanto el proceso de aprendizaje del alumno como el del docente.

De esta manera esta competencia tecnológica intenta conseguir la capacidad de seleccionar y utilizar de la mejor forma posible las nuevas tecnologías.

Para ello el Informe Heziberri 2020<sup>95</sup> establece una serie de objetivos que debe cumplir la competencia tecnológica en el planteamiento específico del currículo de ESO para su correcta implantación bajo un programa de ABP.

Los objetivos de la etapa curricular son los siguientes:

- *Detectar*: “Detectar un problema tecnológico y diseñar y planificar la solución al mismo, buscando y seleccionando información en diversas fuentes para que, aplicando el conjunto de saberes científicos y tecnológicos, se puedan resolver o mejorar situaciones del entorno, fomentando la actitud de aprendizaje desde el propio contexto”.
- *Analizar*: “Analizar objetos y sistemas del ámbito tecnológico de forma metódica, comprendiendo su funcionamiento y la mejor forma de usarlos y controlarlos, para entender las razones de su fabricación y de uso, así como para extraer información aplicable a otros ámbitos”.
- *Representar problemas*: “Representar y simular mediante canales y herramientas adecuados las soluciones técnicas previstas o realizadas, utilizando para ello simbología y vocabulario correctos, así como recursos gráficos adecuados,

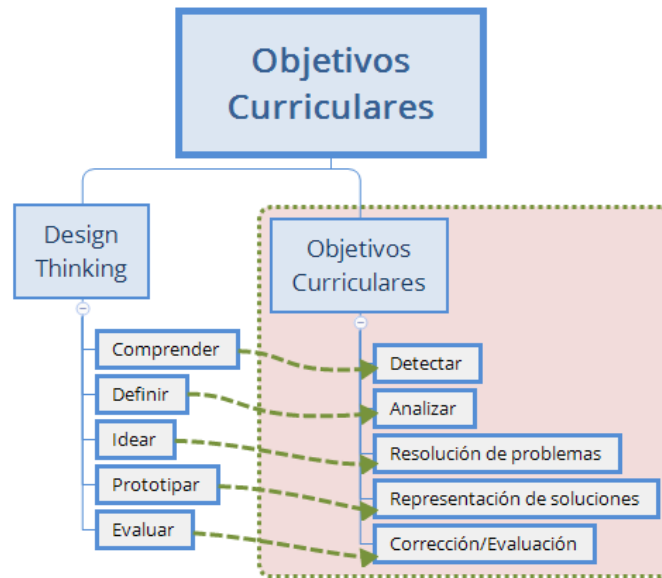
<sup>95</sup> Planteamiento específico del currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Heziberri 2020, p. 505, (4.1.1.). 2017

a fin de explorar su viabilidad y alcance e intercambiar información sobre las mismas”. Manejar con soltura y responsabilidad elementos tecnológicos del entorno, proponiendo opciones de mejora o alternativas de uso, contrastando, si fuera necesario, diversas fuentes, con el fin de resolver situaciones habituales en diversos contextos.

- *Representar soluciones*: “Realizar, bien en el ámbito físico o en el virtual, la solución a un problema tecnológico, elaborando, en su caso, el programa de control necesario, teniendo presente las normas de seguridad y ergonomía y llevando a cabo continuas realimentaciones para acercar lo elaborado a las condiciones planteadas”.
- *Corrección y Evaluación*: “Evaluar el proceso de trabajo seguido, así como el producto obtenido, siendo conscientes del bagaje acumulado, comprobando la calidad y funcionamiento del resultado respecto a las condiciones propuestas, además de las repercusiones de la propia actividad en el medio natural y social, para asegurar que el problema tecnológico ha sido resuelto y poder proyectar un nuevo ciclo de mejora”.

Estos objetivos curriculares indican la posibilidad de establecer nexos de unión con una metodología ABP y con las etapas que describen los procesos de aprendizaje basado en *design thinking* propuestos desde IDEO y la d.school.

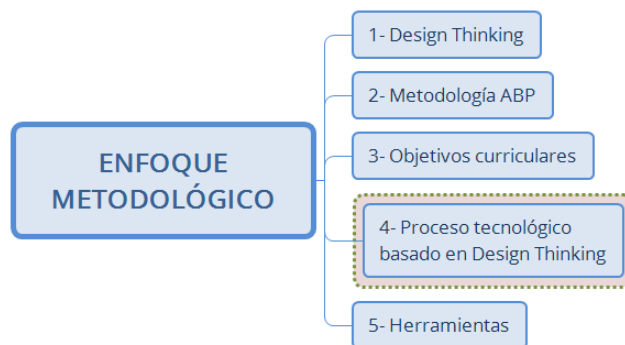
A su vez se hace patente la necesidad del uso de nuevas herramientas y canales basados en las nuevas tecnologías para el desarrollo del proyecto. En la imagen 5.8. se adjudica un breve título de cada uno de los objetivos de las etapas curriculares relacionándolo posteriormente con cada etapa para la integración de una metodología de *design thinking*.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 5.10. Relación proceso *design thinking* y objetivos curriculares competencia tecnológica**

**5.2.4. Relación proceso tecnológico basado en *design thinking* (Imagen 5.11).**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 5.11. Relación Proceso de Diseño**



La entrada de las nuevas tecnologías en las aulas y a su vez apoyado por su utilización como recurso a la hora del desarrollo del proyecto ha generado la necesidad de nuevos procesos para su elaboración.

En el informe internacional de la UNESCO (2015) sobre el uso de la tecnología, hace referencia a otro informe (Informe Horizon) en el que se identifican las nuevas tecnologías emergentes que puedan ser utilizadas para la educación y a la vez analizan el impacto que supone para el desarrollo del aprendizaje y el conocimiento.

El informe Horizon 2017 (2017) identifica y describe a nivel internacional cuáles van a ser las tecnologías y las tendencias educativas en los próximos años. Entre ellas realiza un estudio de la incorporación de las impresoras 3D en las aulas en un plazo de cuatro o cinco años.

Como se ha visto en el Capítulo 1, el *design thinking*, no es un enfoque que se aplica exclusivamente a un producto, una estrategia empresarial o incluso en un entorno de aprendizaje universitario, sino que puede establecer el camino para la búsqueda de soluciones a partir de una metodología curricular.

Donald Norman (2014) manifestó la importancia de las nuevas tecnologías creativas en los procesos de diseño y como éstas podían evolucionar dentro del panorama educativo y el sistema curricular.

Aplicar una estrategia basada en las etapas del *design thinking* en la competencia tecnológica significa vincular los objetivos que demanda el sistema curricular mediante un ABP y la incorporación de las nuevas tecnologías creativas para la resolución de los problemas.

Burnette (2018), manifestó la revolución de las nuevas herramientas tecnológicas no solo en el ámbito social y empresarial, sino en la educación curricular, pero sin definir cuál iba a ser la estrategia de integración para su buen uso.

De acuerdo con los principios de la d.school se plantea un enfoque basado en las etapas del *design thinking* como metodología para abordar los problemas surgidos en el campo del conocimiento e integrar y hacer buen uso de las nuevas tecnologías creativas bajo un ABP.

Se puede observar el desarrollo de estas etapas y el uso de las nuevas tecnologías creativas en la publicación en la *International Journal on Integrating Technology in Education* (Anexo III). Se realizó un caso de estudio con más de 100 alumnos y se obtuvieron resultados para la integración en el área curricular.

A continuación, y en base al estudio del caso experimental, se realiza la descripción de las etapas que forman el proceso de diseño bajo una influencia de *design thinking* y un ABP (imagen 5.12.)

El proceso a seguir en base a los objetivos curriculares son los siguientes:

- *Comprender*: Se aportará la documentación necesaria para adquirir y complementar los conocimientos a partir de las asignaturas propias del colegio. A su vez se divulgará a los alumnos material científico en base a las nuevas tecnologías. Recibirá toda la información teórica a través de las nuevas TIC. Como se ha descrito anteriormente, la informática se convierte en una herramienta de comunicación para el aprendizaje. Se deja a un lado la forma tradicional del aula.
- *Definir*: Se establece un escenario, un problema o reto con el fin de encontrar una solución. Los alumnos deberán de ser capaces de buscar nuevos conocimientos con la ayuda del profesor. En esta etapa los alumnos comienzan a ser protagonistas de su propio aprendizaje. Se fomenta el uso de herramientas de búsqueda, puesta en común y participación con el fin de que los estudiantes se involucren en el desarrollo del proyecto.  
A través de los conocimientos adquiridos se iniciará la fase de ideación en el proyecto. Los alumnos trabajarán en pequeños grupos de una forma colaborativa. De esta manera podrán probar y desarrollar lo aprendido retroalimentándose el uno del otro.
- *Idear*: Los alumnos adquieren los conocimientos específicos de del funcionamiento de las cosas y su puesta en práctica en la vida real a través de la continua generación de ideas. Las nuevas tecnologías y las herramientas que estas proporcionan, se convierten en una multitud de recursos creativos. El estudiante empezará a experimentar mediante los conocimientos obtenidos previamente.
- *Prototipar*: El alumno está formado para solucionar problemas mediante razonamiento y conocimiento para el desarrollo de un producto. Se establece un escenario donde podrán validar las propuestas en un tiempo rápido y de forma barata y de la opción de debatir y recibir *feedback* de los compañeros.
- *Validar*: Una vez terminado el proyecto, el estudiante estará capacitado para la divulgación del ejercicio realizado compartiendo con los compañeros la experiencia y conocimientos.

Se puede definir el proceso tecnológico como el medio que, a partir de una serie de ejercicios ordenados y programados, y el uso de determinadas herramientas, objetos y maquinaria permite solucionar los problemas que surgen en el desarrollo del proyecto.

El desarrollo de una metodología integrando el *design thinking*, implica cumplir unas etapas que a su vez son fijadas por los objetivos curriculares. Son varios los autores, Bruce (1996), Buchanan (1992), Mishra & Koehler (2008), Brown & Wyatt (2010),

Leinonen (2010), Kelley (2013), Norman & Veganti (2014), Roth (2018) y Burnette (2018), que hacen referencia al buen uso de las nuevas tecnologías como el medio creativo para la experimentación bajo una metodología basada en *design thinking* pero que a su vez necesita un proceso para llevar a cabo su integración.

Se realiza una definición en base al proceso de diseño siguiendo una lectura realizada Santos Macías para la Federación de Enseñanza (2009). En su trabajo afirma que el interés de la tecnología se encuentra en el desarrollo de objetos y sistemas que permiten a las personas desenvolverse en la sociedad que les rodea garantizando una vida más segura y confortable. Esto implica que, a su vez, se trata de un proceso de innovación para encontrar soluciones a los problemas surgidos y con ello mejorar la calidad de vida. Todo ello muy ligado a los objetivos establecidos en la propuesta de IDEO y la d.school, y los objetivos correspondientes a la competencia tecnológica establecido por el escenario educativo Heziberri 2020 bajo un ABP.

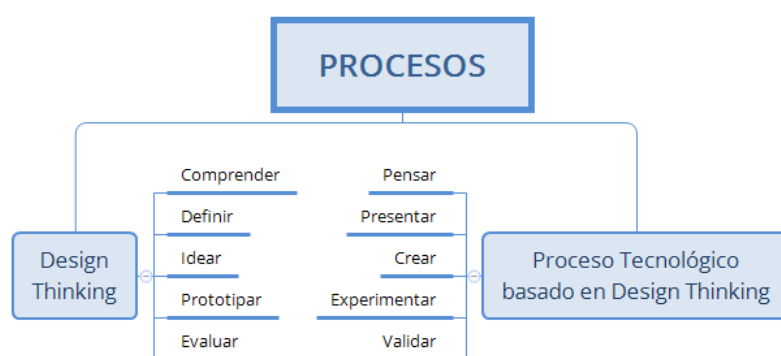
La aplicación de un proceso de tecnología obliga al cumplimiento de una serie de fases con un orden preestablecido e íntimamente ligado a un proceso de *design thinking*. De esta manera se inicia el proceso a partir de la detección de un problema concreto y se finaliza en la construcción y experimentación del objeto que resuelve el problema mencionado. Finalmente se verifica el funcionamiento.

A continuación, se describen las etapas que forman el proceso tecnológico basado en la integración de las etapas de *design thinking* y el uso de las nuevas tecnologías creativas:

- **Pensar:** Se establece un escenario de conocimiento para el problema a solucionar. Se contemplan las estrategias iniciales y las herramientas que van a ser utilizadas para comenzar a desarrollar posibles soluciones. Se analiza y se observa el entorno de actuación.
- **Presentar:** Se utiliza la tecnología como elemento fundamental para la detección del problema o del planteamiento a desarrollar. Esta resulta como un condicionante de uso para idear problemas. Se requiere una correcta identificación ya que sino un problema mal identificado dará lugar a soluciones que no puedan ser resueltas. En la vida real, los proyectos están formulados en un pliego de condiciones. En este caso de investigación se denominará "*briefing*", que es lugar donde se presentan todos los requisitos que el proyecto debe cumplir. El uso de las TIC se considera fundamental en esta etapa de documentación, comunicación entre alumnos y profesores y divulgación de contenido.
- **Crear:** Una vez desarrollada y analizada las necesidades y detectado el problema se recopila toda la información para la búsqueda de varias soluciones. Para ello se parte de propuestas ya existentes en el mercado, aportando referencias que se adapten a nuestras necesidades.
- Se contemplan nuevas formas, materiales e incluso nuevas formas de uso. Siempre con el fin de introducir pequeñas variaciones y mezclar ideas en un

boceto. El dibujo analítico en 2D y el bocetado parte como un proceso fundamental dentro de la etapa de ideación. Posteriormente cuando la idea es resuelta a nivel conceptual, esta es materializada en un dibujo tridimensional. Antes de comenzar la parte de prototipado y construcción se debe hacer la elección final de la idea a desarrollar. Realizar un correcto análisis del producto, la forma y las piezas que lo componen y la elección del material.

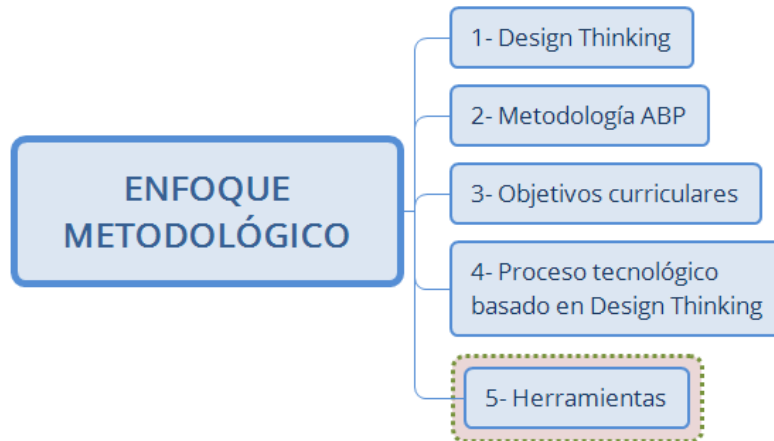
- *Experimentar*: La fase del prototipado permite fabricar el producto real según lo establecido en las etapas anteriores. Este proceso de construcción del objeto, permite encontrar errores en la forma, material u otros aspectos que no estaban preestablecidos en los apartados anteriores y surgen como nuevas necesidades. En esta etapa se sugieren nuevas tecnologías de fabricación digital y herramientas que envuelven este entorno de fabricación. A su vez implica el uso por los nuevos softwares necesarios para su correcto funcionamiento. Como se ha visto anteriormente en las distintas etapas que forman el enfoque metodológico, una vez finalizado la fabricación del producto u objeto se debe realizar una experimentación y validación para verificar el correcto funcionamiento y dar paso a la evaluación. Finalmente se analiza para comprobar si el objeto construido resuelve el problema propuesto en el briefing. Si se produce un caso negativo hay que retroceder etapas y volver al punto de partida o donde se localice el error
- *Validar*: Una vez verificado el producto fabricado, hay que realizar un análisis desde una perspectiva crítica del resultado obtenido. Se evaluará en función de los criterios establecidos por el currículo educativo. Se comprueba que todo funciona perfectamente y se valora a su vez los contenidos que mejoren el objeto. Se comprueba que todos los requisitos planteados en el briefing se han materializado de una forma correcta. El producto finalmente será presentado. Las tecnologías TIC suponen una herramienta comunicativa para la presentación del proyecto.



Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 5.12. Proceso tecnológico integrado bajo una metodología de *design thinking*

5.2.5. Relación uso de herramientas tecnológicas creativas (Imagen 5.13.)



Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 5.13. Relación uso de herramientas

La incorporación de estas nuevas herramientas en el ámbito educativo y en las prácticas docentes no debe convertirse en una herramienta más para el conocimiento, sino que debe influir directamente en la construcción y aprendizaje continuo del estudiante.

De esta manera, junto a un proceso tecnológico basado en *design thinking*, mediante un proceso de aplicación de las nuevas herramientas tecnológicas se contribuye a la creación o a la renovación de nuevas competencias para aprender de un modo autónomo dentro de un grupo colaborativo.

Como hemos visto en capítulos anteriores la entrada de las nuevas tecnologías en las aulas ha iniciado un cambio en el medio de comunicación entre el personal docente y el estudiante. Se entiende el uso de las herramientas tecnológicas desde dos puntos de vista:

- Desde el medio de transmitir comunicación e información (TIC).
- Desde el medio de generar conocimiento y aprendizaje (TAC).

Pero todas ellas bajo el mismo denominador común que, aplicadas desde un punto de vista pedagógico, con una metodología de diseño adecuada, con las tecnologías creativas y un docente experto, se convierte en una herramienta para desarrollar nuevos conocimientos en el alumno.

A través de un ABP basado en procedimientos de *design thinking* y tecnología plantea nuevos escenarios donde los alumnos idean, desarrollan, y experimentan proyectos que

se aplican en la vida diaria y a su vez crea un proceso donde adquieren destrezas y capacidades para aprender de una forma autónoma.

La competencia tecnológica a nivel curricular permite el uso de nuevas herramientas para aportar soluciones a los problemas. Esto significa que, a su vez, estas se convierten en un canal de comunicación de soluciones. Según el plan Heziberri 2020 “[...] las formas de comunicación de soluciones están, como la propia tecnología, avanzando continuamente; hoy es posible utilizar la impresión 3D como asistencia para la construcción de objetos, bien como prototipo o, incluso, como producción en serie.<sup>96</sup>

En la actualidad nos encontramos en la era del control electrónico lo cual implica en el currículo educativo la integración de otras tecnologías que vayan más allá de la fabricación de objetos o transmisión de conocimientos. Es necesario esta integración a través de microprocesadores, que contengan la capacidad de ser programados para conseguir el comportamiento del producto que deseemos.

Según el programa educativo Heziberri 2022, “[...] la competencia tecnológica no se entiende hoy en día sin el manejo de los sistemas de control, conversar con los procesadores, programar el sistema a fin de obtener los resultados que se buscan”.

Además de los nuevos sistemas telemáticos que están surgiendo en la sociedad actual. La expansión de internet y la hiperconectividad, ya conocida como IoT<sup>97</sup>. Esta, posibilita que internet alcance el mundo del producto y que estos interactúen a través de internet de una manera inteligente (Pérez, F.A.F.; Guerra, J. L. G., 2017). A nivel curricular se plantea la posibilidad de introducir este concepto a través de la competencia tecnológica bajo una metodología de *design thinking*.

---

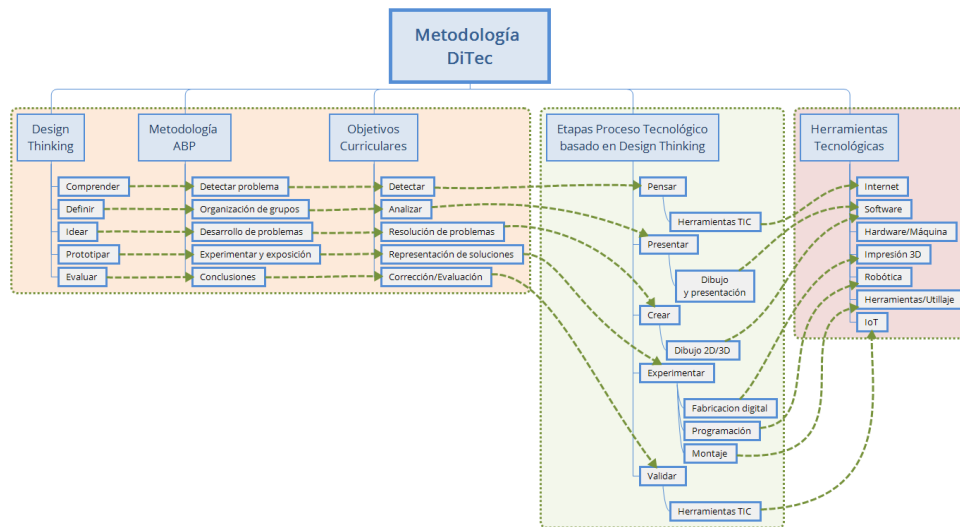
<sup>96</sup> Planteamiento específico del currículo de la Educación Básica. Heziberri 2020, p. 77, (1). 2017

<sup>97</sup> Iot (Acronimo del inglés “Internet of Things). También conocida como internet de las cosas.

### 5.3. Resumen – esquema metodología para la integración de un proceso tecnológico basado en *design thinking*

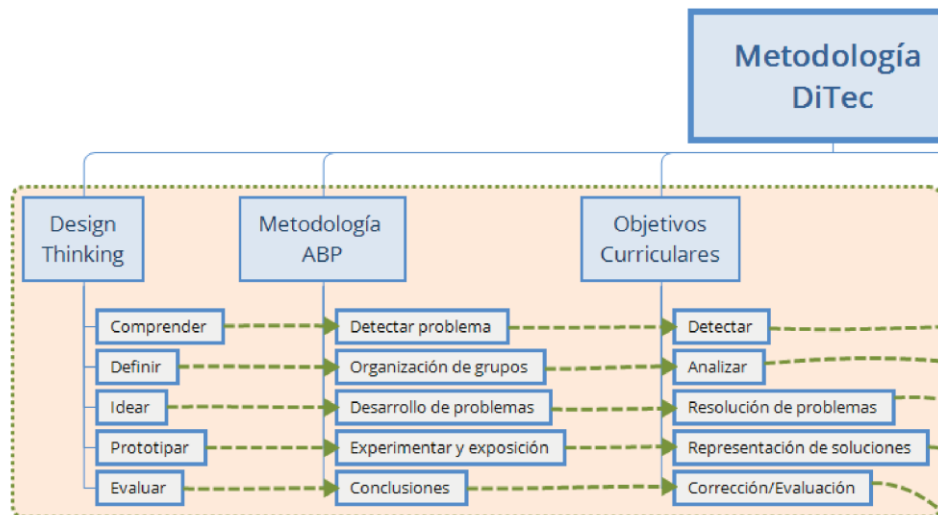
Se realiza un resumen de todas las variables que forman la metodología integrando desde una perspectiva del diseño de producto las nuevas tecnologías. (imagen 5.14.)

Zoom de imagen en páginas siguientes.

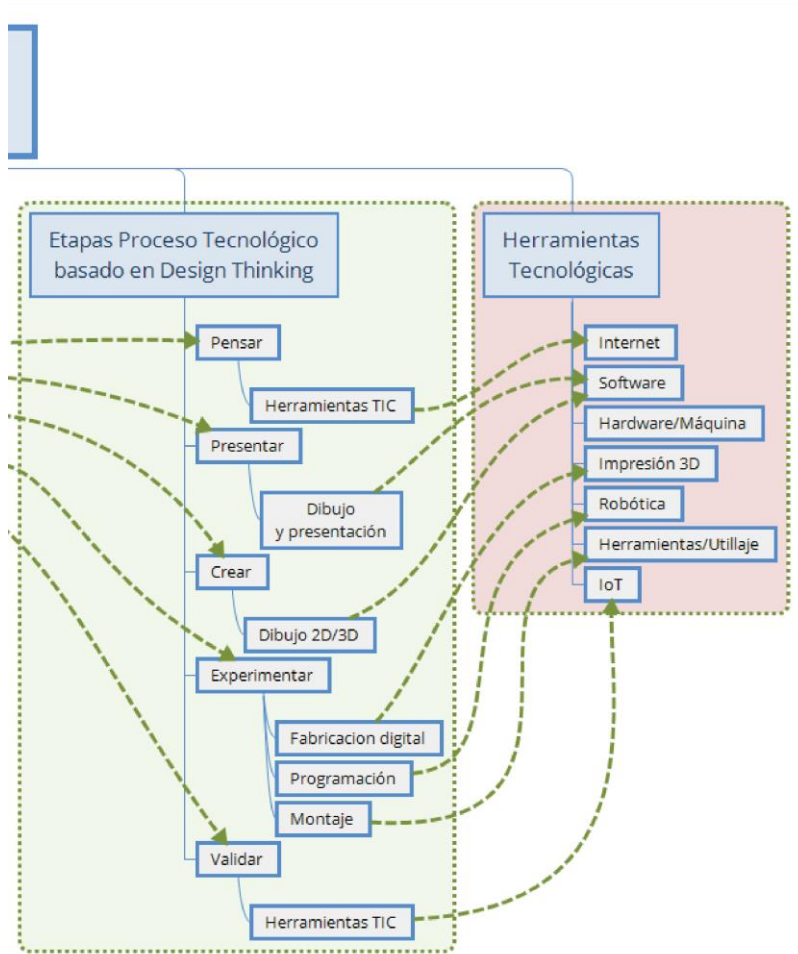


Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 5.14. Esquema metodología del proceso tecnológico basado en *design thinking*







Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 5.14. Esquema metodología del proceso tecnológico basado en *design thinking*



# Capítulo 6

## Integración de una metodología de diseño centrada en el alumno

### 6.1. Aproximación a un escenario educativo.

El nuevo escenario de actuación refleja una educación basada en competencias transversales y disciplinares. Esta última, hace referencia a la “tecnológica” y como puede evolucionar el currículo educativo a partir de una metodología basada en el *design thinking* y el uso de las nuevas tecnologías creativas.

Para llevar a cabo este procedimiento de innovación e integrarlo de una manera curricular se parte de los propios recursos y normativa que ofrece el sistema educativo<sup>98</sup>.

Como hemos visto en capítulos anteriores, los objetivos de etapa que hace referencia a la “competencia tecnológica” (específica) y la “competencia para la iniciativa y el espíritu emprendedor” (transversal) están ligados a un aprendizaje basado en proyectos y que, mediante una metodología de *design thinking*, permita la búsqueda de soluciones<sup>99</sup>.

Según Stickdorn & Schneider (2011), aplicar esta metodología a través del proyecto, se considera la forma más efectiva para la búsqueda de soluciones y este, se puede aplicar a casi cualquier campo, incluso al educativo.

---

<sup>98</sup> Recursos y normativa Heziberri 2020 (Fuente actualizada, junio 2018) ([http://heziberri.berritzegunenagusia.eus/heziberri\\_es/](http://heziberri.berritzegunenagusia.eus/heziberri_es/))

<sup>99</sup> Planteamiento específico del currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Heziberri 2020, p. 505, (4.1.1.). 2017  
Aprender a hacer y a emprender. Heziberri 2020, p. 9, (2.1.). 2017

La nueva área de actuación Heziberri 2020 lo define como “*el currículo actual, basado en el enfoque por competencias, defiende la necesidad de formar personas que respondan adecuadamente a resolver situaciones problema, es decir, plantea la necesidad de exponer a los alumnos y alumnas a situaciones complejas y significativas para que las resuelvan desplegando la competencia o competencias correspondientes*”.

Desde un punto de vista pedagógico, este proceso de aprendizaje se desarrolla a partir de la elaboración y evaluación de unidades didácticas.

El plan propone un modelo abierto para el desarrollo de las distintas competencias disciplinares y unos principios metodológicos con el fin de que el docente enriquezca la asignatura desde un sentido más práctico.

De acuerdo con este enfoque, se plantea la integración del *design thinking* como una metodología dentro programa curricular correspondiente a la competencia tecnológica y su incursión en el resto de competencias abriendo un camino hacia la innovación educativa STEAM.

En los próximos puntos de este capítulo, se hace una lectura y revisión de las propuestas tanto metodológica y didáctica que hace este plan, y plantea y desarrolla la inclusión de la metodología desarrollada en los capítulos anteriores desde una perspectiva curricular.

## **6.2. Propuesta didáctica por competencias Heziberri 2020.**

Como se ha descrito anteriormente la adquisición de conocimiento se basa en un aprendizaje activo y desarrollo de problemas. Para ello se establece una plantilla para la elaboración de las unidades didácticas. El alumno a partir de un problema existente, responderá al reto planteado y llevarán a cabo las tareas bajo un aprendizaje basado en proyectos de diseño.

Para ello, el plan Heziberri 2020 plantea una plantilla de formación de unidades didácticas que sirve al docente como medio para la realización de ejercicios y justificación metodológica.

El ejemplo de ficha que proporciona Heziberri 2020 como medio curricular para la integración de actividades, sirve como una guía donde el docente podrá planificar y organizar de acuerdo a los ejercicios planteados en el aula y a los planteamientos metodológicos que ayuden al desarrollo de las competencias básicas. En la imagen 6.1. se muestra el modelo de plantilla para la elaboración de una unidad didáctica a partir de una situación problema y la búsqueda de soluciones.

Este planteamiento de unidad didáctica proporciona a los ejercicios a realizar un sentido y funcionalidad similar a la vida real e impulsa a los más jóvenes a desarrollar iniciativas de aprender haciendo.<sup>100</sup>

De acuerdo con los criterios y claves metodológicas que se ofrece se propone una intervención de la plantilla para la integración de metodología de *design thinking*.

En el Anexo VI, se muestra tres ejemplos de aplicación (2018) del desarrollo de unidades didácticas, y cómo se aplican las nuevas tecnologías dentro del sistema curricular y a través de la competencia disciplinar tecnológica.

---

<sup>100</sup> Elaboración y Evaluación de unidades didácticas en el marco educativo. Departamento de Educación. Gobierno Vasco, p.5, (2017)

PLANTILLA PARA LA PROGRAMACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA A PARTIR DE UNA SITUACIÓN PROBLEMA	
Materia:	
Tema:	
Nivel:	
Sesiones:	
Justificación de la propuesta:	
Situación problema:	
A. Contexto:	
B. Problema:	
C. Finalidad:	
Tarea:	
Competencias básicas:	
A. Transversales:	
B. Disciplinarias:	
Objetivos didácticos:	
Contenidos:	
Secuencia de actividades:	
A. Fase inicial:	
B. Fase de desarrollo:	
C. Fase de aplicación y comunicación:	
D. Generalización y transferencia:	
Evaluación	
A. Indicadores:	
B. Herramientas:	

Fuente: Heziberri 2020. Material didáctico. Plantilla para la elaboración. (2018)

**Imagen 6.1. Plantilla para la programación de una unidad didáctica a partir de una situación problema**

## 6.3. Aplicación metodológica.

### 6.3.1. Primera Fase:

Como se ha descrito en el Capítulo 5, el objetivo de esta investigación es el del desarrollo de una metodología para la inclusión del diseño siguiendo los principios y la visión de las etapas que compone el *design thinking* para su inclusión en la competencia de tecnología a partir del uso de las nuevas tecnologías creativas.

En el Anexo IV se adjunta los primeros ensayos y experimentación que se llevaron a cabo para el desarrollo de la metodología y su configuración y aplicación dentro del sistema educativo. Esta fue aplicada a 97 niños de entre 10 y 14 años divididos en varios centros educativos de la provincia de Vizcaya. Siendo aprobado como ponencia presencial en el *VII Congreso Internacional de Florencia New Perspectives in Science Education*.<sup>101</sup>

Para llevar a cabo la inclusión de la metodología, se parte de la guía propuesta por el sistema educativo perteneciente a la imagen 6.2.

Previo al desarrollo metodológico y como punto de partida, siguiendo la estrategia y las bases metodológicas que plantea IDEO, la d.school y la British Council con la definición del doble diamante, se plantea un modelo de aprendizaje donde los alumnos idean, desarrollan y experimentan proyectos que son aplicados en la vida diaria.

Según Calvo (2017) aplicar en las aulas la metodología *design thinking* siguiendo el modelo de la d.school “[...] permite que el alumnado pueda llevar a cabo un plan de acción para encontrar soluciones a problemas planteados por el docente e incluso por ellos mismos. La metodología les obliga a analizar la situación, establecer hipótesis, a experimentar y prever las posibles consecuencias, así como saber cómo ponerlas en marcha”.

Para llevar a cabo el plan de acción donde se involucre el *design thinking* es necesario la creación de unos marcos y guías tanto para el docente y el alumno.

A continuación, en el Anexo V, se adjunta los primeros ensayos que se realizaron en base al currículo educativo actual, donde se realiza una experimentación con la participación de 100 niños con el objetivo principal de realizar una evaluación cualitativa mediante el desarrollo de etapas basadas en el *design thinking* a través de la observación y la experimentación del uso de nuevas tecnologías creativas en el ámbito curricular educativo.<sup>102</sup>

---

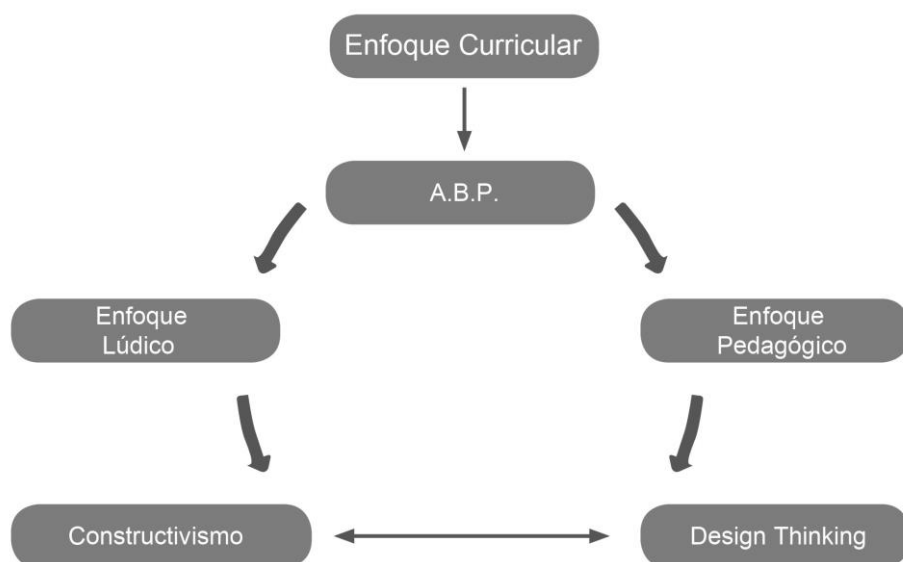
<sup>101</sup> VII International Conference New Perspectives in Science Education. Florence, Italy. 22-23 March 2018. ISSN: 2420-9732 ISBN: 978-88-6292-976-9

<sup>102</sup> Se refiere en este caso al Decreto 236/2015 del 22 de diciembre por el que se establece el currículo de educación básica y se implanta en la comunidad autónoma del País Vasco

Esta experiencia generó las bases y la propuesta de integrar las nuevas herramientas tecnológicas a través de un aprendizaje basado en *design thinking*. En la imagen 6.2 y imagen 6.3 se observa el primer enfoque metodológico.

Se diseña un escenario donde se pueda imaginar, idear, planificar, experimentar y resolver problemas ante los cambios que se está produciendo y cómo se pueden integrar las herramientas creativas en búsqueda de la innovación curricular.

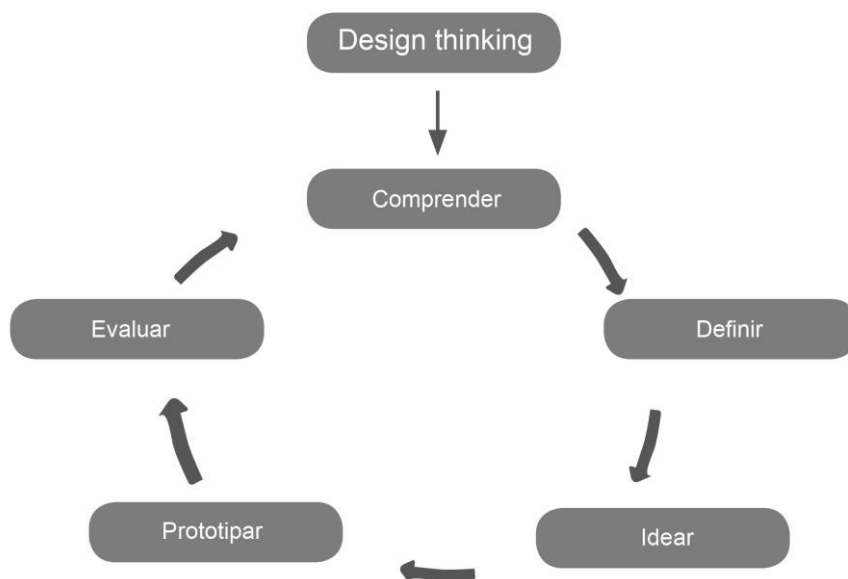
Según Blázquez Ceballos (2016) el *design thinking* facilita este trabajo y aporta herramientas que ayuda a potenciar la creatividad en el escenarios descrito anteriormente: “[...] logra plasmar todas las ideas que surgen, documentar a través de dibujos, textos cortos e imágenes todo el proceso, así como agilizar los procesos de comunicación entre los diferentes actores del proyecto. [...] seguir el método de *design thinking* es poner las herramientas de los diseñadores al servicio de todas las personas”.



Fuente: Elaboración propia (2017)

**Imagen 6.2. Enfoque para un aprendizaje basado en proyectos de diseño**





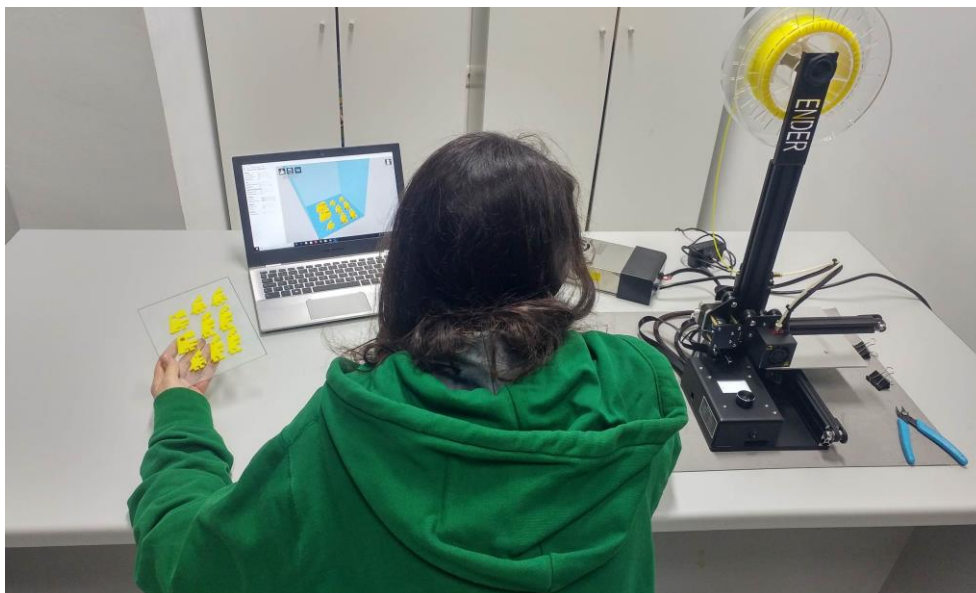
Fuente: Elaboración propia (2017)

**Imagen 6.3. Enfoque para un aprendizaje basado en *design thinking***

Para cumplir los objetivos que marca el Boletín Oficial del País Vasco (BOPV) y las competencias básicas que debe adquirir un alumno dentro del programa curricular en educación, se ha dividido la unidad de diseño bajo un enfoque lúdico y un enfoque pedagógico.

Se propone un enfoque pedagógico que corresponde a la adquisición de conocimientos a través de un aprendizaje basado en *design thinking* y un enfoque de carácter lúdico y constructivista que, potenciarán la creatividad mediante la fabricación digital, los alumnos experimentarán su aprendizaje.

En la imagen 6.4 se muestra a una niña fabricando mediante impresión 3D el ejercicio propuesto. El alumno desarrolla un proyecto que investiga, idea, crea y fabrica un “dinosaurio” mediante herramientas TIC y nuevas tecnologías dentro de la competencia de Tecnología correspondiente a la unidad didáctica “Diseño e impresión 3D”.



Fuente: Elaboración propia (2017)

#### Imagen 6.4. Fabricación del producto mediante impresión 3D

Se obtienen los primeros resultados de una intervención didáctica desarrollada bajo una estrategia de *design thinking* integrada en un modelo hacia la innovación educativa multidisciplinar STEAM.

Según la Universidad de Rockhurst (2019), es necesaria la creatividad como el principal medio a la hora de resolver problemas en un enfoque STEAM y el *design thinking* es el mejor medio para llevar a cabo una estrategia, ya que “[...] desarrollan habilidades donde defienden ideas, desarrollan perseverancia, aprenden a pensar con flexibilidad e interdependencia, escuchan con empatía y comprensión y se comunican con claridad y precisión a través de las nuevas tecnologías”.

Estos resultados se analizan en función de las competencias que deben superar un alumno según lo marcado por el artículo 2 del Real Decreto 1105/2014 del 26 de diciembre página 7 de la educación<sup>103</sup>:

- *Comunicación lingüística*: Se utiliza un correcto vocabulario técnico para entender y comunicarse entre los compañeros los elementos relacionados con la tecnología, métodos de fabricación y partes que componen la impresión 3D:

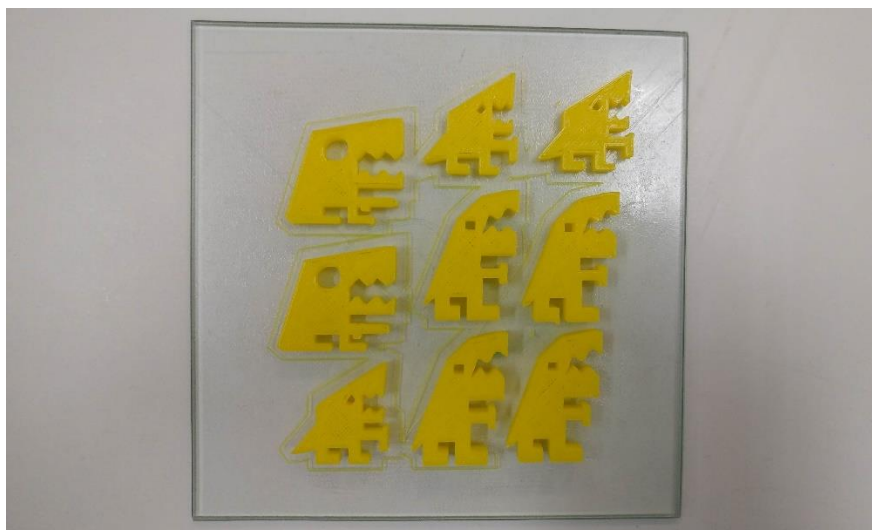
---

<sup>103</sup> A continuación, se muestran los resultados obtenidos. Para obtener la documentación de la experiencia realizada, se encuentra documentada en el Anexo V.

Supone una terminología nueva y técnica que el alumno debe aprender para el correcto uso del material y el software. Esta comunicación se realiza tanto oral como escrita.

- *Competencias matemáticas y competencias básicas en ciencia y tecnología:* Se realiza un ejercicio práctico basado en la nueva tendencia educativa STEAM. A su vez se hace hincapié en la “A” (Art) de STEAM, suponiendo ser la parte complementaria creativa a las competencias citadas en el título (Maeda, 2008). Se incide en la importancia del estudio de estas asignaturas y de su aplicación en la vida real. Gracias a la impresora 3D se consiguen fabricar ejercicios donde los alumnos observan y experimentan las matemáticas, la ciencia y la tecnología desde un caso práctico. En la imagen 6.5 se observa el ejercicio realizado en el caso de experimentación a partir mediante el uso de la impresora 3D.
- *Competencia digital:* Se pone en práctica en un caso práctico lo aprendido en otras competencias derivadas de las TIC. A su vez se complementan con nuevos softwares de diseño y fabricación 3D donde aplican y desarrollan simulaciones realizadas en la vida real. Se adquiere conocimiento más allá de un software lúdico o procesador de texto, manejando así nuevos y distintos formatos digitales.
- *Aprender a aprender:* El desarrollo a través de un ABP a partir de un ejercicio de diseño ha permitido al alumno construir su conocimiento de una forma autónoma. Ha intuido fases y ha ideado estrategias para la resolución de problemas. La función del docente como guía en el proceso de enseñanza-aprendizaje y no como mero transmisor de conocimiento se presenta como clave en este proceso.
- *Competencias sociales y cívicas:* Durante la fase del proyecto el alumno ha desarrollado la capacidad de comunicación entre los compañeros. Desde un punto de vista de trabajo individualista, cada niño ha compartido ideas y han aportado soluciones en cada una de las fases. Se potencia de esta manera la actitud de solidaridad y el trabajo en grupo para el desarrollo individualista del ejercicio.
- *Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor:* La aplicación de las matemáticas, informática, ciencias y tecnología desde un punto de vista práctico donde los alumnos pueden experimentar prácticamente en toda la fase del diseño de producto, se convierte en una iniciativa a la hora de afrontar con un mayor grado de entusiasmo las ganas de aprender. Las incorporaciones de estas nuevas herramientas TIC, en este caso la impresión 3D como herramienta de experimentación y fabricación y nuevos softwares para el desarrollo de una metodología ABP de diseño, ha provocado cambios cognitivos y nuevas formas de conducta en el alumno. Esta capacidad emprendedora desde el punto de vista de la construcción del conocimiento de una forma autónoma les hace cuestionar el “yo antes hacía así; pero ahora lo hago de esta manera”.
- *Conciencia y expresiones culturales:* El análisis de documentación y el estudio de diferentes propuestas permite al alumno adquirir nuevos conocimientos

dentro de un marco TIC, casi de una forma ilimitada y crítica para alcanzar la solución de problemas.



Fuente: Elaboración propia (2017)

**Imagen 6.5. Producto final fabricado mediante Impresión 3D**

Este experimento que se encuentra en el Anexo V fue publicado como artículo de investigación en la *International Journal on Integrating Technology in Education*, sentando las bases para la generación de una metodología que integre aprendizajes basados en el diseño de producto de una forma curricular en una educación venidera.

### **6.3.2. Segunda Fase: proceso tecnológico basado en design thinking**

Se investiga una futura área de actuación educativa,<sup>104</sup> y cómo poder establecer unas bases metodológicas basadas en el *design thinking* que sean de guía para cualquier alumno y docente.

A su vez, esta metodología no solo permite la capacidad de estructurar un ejercicio basado en el desarrollo de un producto, sino la integración de nuevas herramientas tecnológicas y una evaluación que valide la metodología en acorde a los indicadores que gestiona el sistema educativo.

De acuerdo con el procedimiento del plan Heziberri 2020 para la generación de competencias disciplinares, se plantea la integración de la metodología siguiendo la guía y

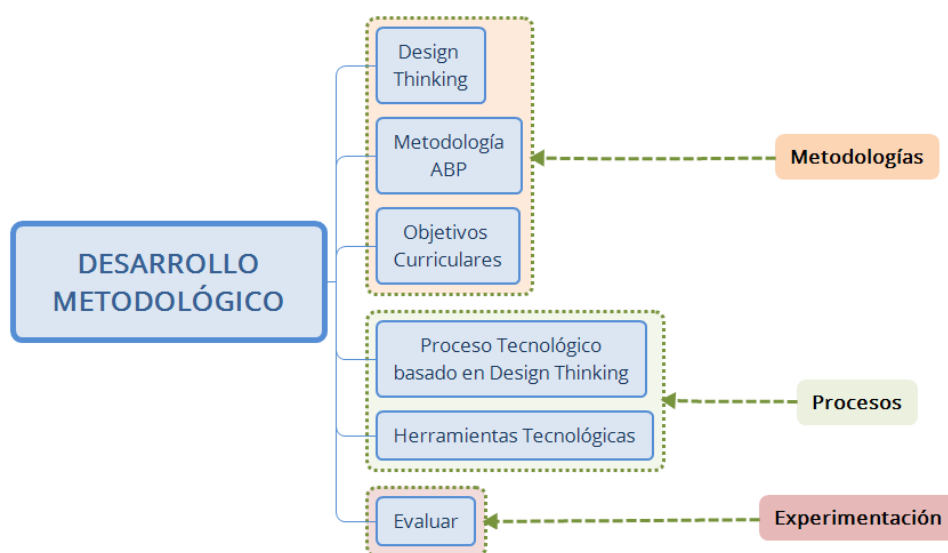
---

<sup>104</sup> Hace referencia a la investigación realizada en los Capítulos 4 y 5.

estructura de la plantilla para la programación de unidades didácticas. De esta manera, se logra la integración de las nuevas herramientas tecnológicas y creativas bajo un aprendizaje de diseño de una forma curricular.

Como se ha visto en el capítulo 5 la metodología está dividida en tres enfoques fundamentales (imagen 6.6):

- Metodología curricular
- Procesos
- Evaluación



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 6.6. Enfoque para el desarrollo metodológico**

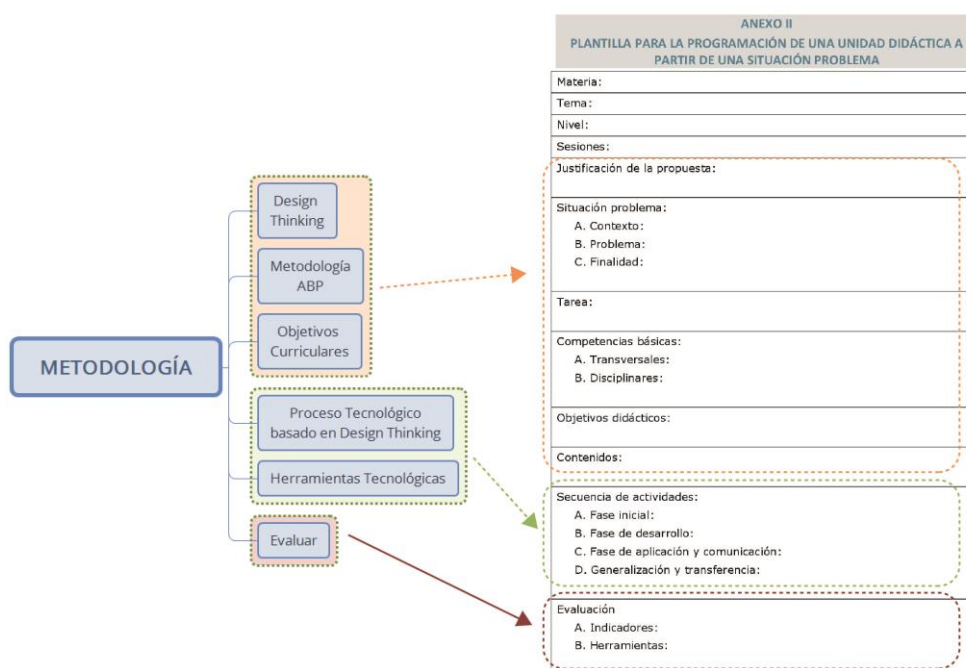
Tras el desarrollo metodológico y los experimentos realizados bajo la normativa que indica el BOPV, se puede integrar los enfoques dentro del programa curricular. Para ello se parte de la *plantilla para la programación didáctica a partir de una situación problema* (imagen 6.1.).

Como se ha citado anteriormente, dicha plantilla es el medio curricular que proporciona Heziberri 2020 para que el docente pueda desarrollar e integrar nuevas formas y planteamientos metódicos a través de unidades didácticas que ayuden al desarrollo de competencias.

Siguiendo los principios de Tassi (2008), Brown (2010), Stickdorn (2011), IDEO & d.school citado por Brown (2014) y Kees Dorst (2015), para generar una integración de *design thinking*, es necesario, desarrollar unas guías o marcos para establecer un

escenario de innovación educativa mediante la búsqueda de soluciones a partir de las etapas del diseño y el uso de las nuevas tecnologías creativas.

En la imagen 6.7 se muestra la incorporación de los tres enfoques de la metodología dentro de la plantilla propuesta:



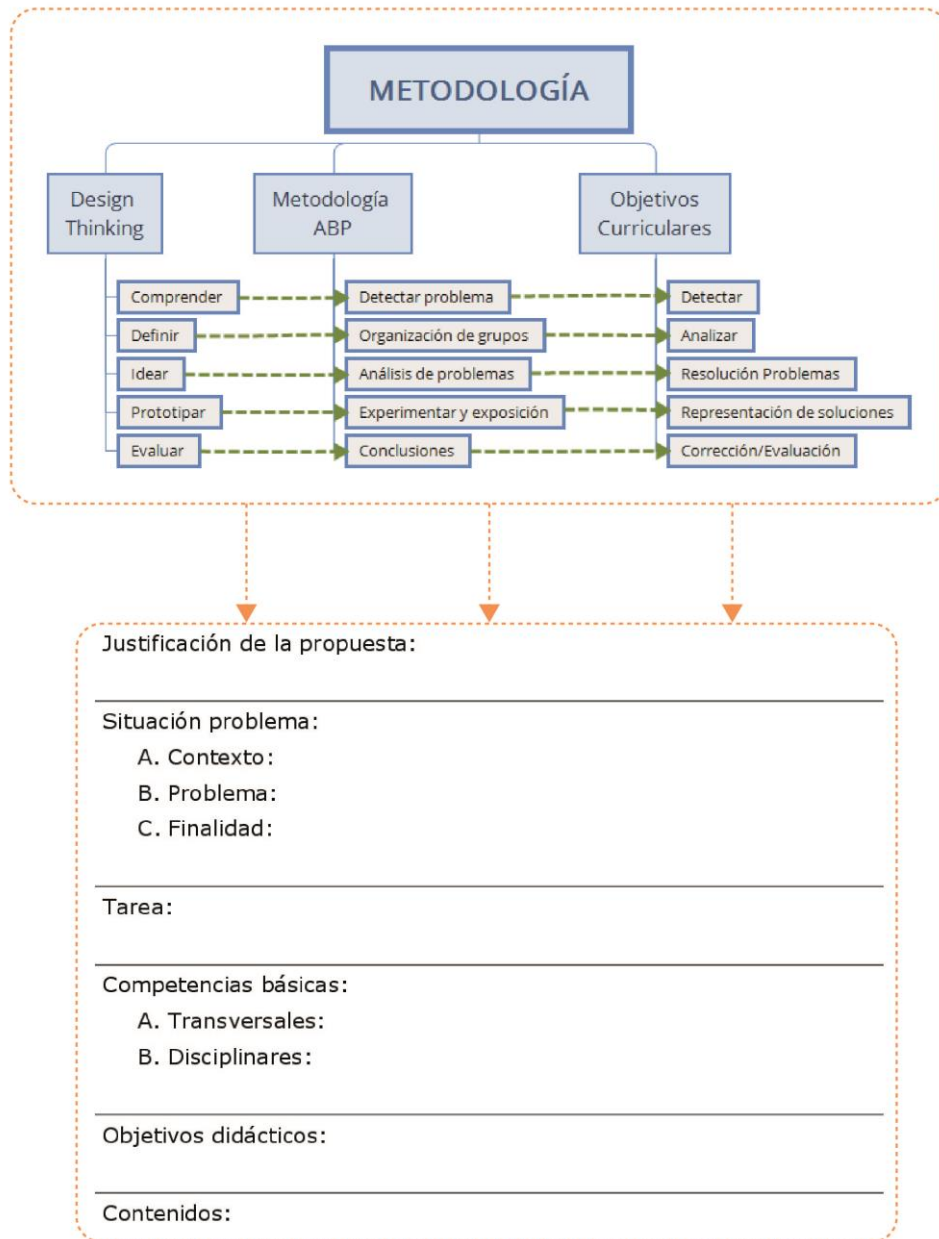
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 6.7. Incorporación de la metodología en la plantilla propuesta por Heziberri 2020**

A continuación, se realizará una descripción de cada enfoque de forma independiente para generar una plantilla nueva.

### 6.3.2.1 Desarrollo de los marcos para nueva metodología en el currículo educativo.

En la imagen 6.8 se muestran las variables que se van a introducir en la metodología dentro de la plantilla curricular:



Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 6.8. Integración Metodología curricular en la guía propuesta por Heziberri 2020

Se realiza una descripción de todas las variables que componen los marcos de la metodología dentro de la plantilla curricular. En la figura 6.10 podemos observar a modo “plantilla o guía” el diseño final de plantilla que sirva al docente como una guía para integrar la metodología.

Este primer enfoque se configura como la parte metódica y exposición del ejercicio. Los conceptos teóricos se enfocan desde una perspectiva de la vida real y como se soluciona a través de las nuevas tecnologías creativas. Se presenta además la definición del ejercicio y los objetivos que posteriormente serán evaluables.

A continuación, se realiza una definición de las etapas basadas en *design thinking* y con un enfoque ABP. Brown (2015) dice que, para llevar a cabo este enfoque, primero es necesario comprender la problemática y el usuario para posteriormente pasar al proceso creativo y finalmente a la experimentación:

Comprender:

- Empatizar con el problema: Se considera como el punto de partida a la hora de comenzar el proyecto. Se realiza un análisis de la situación actual y un breve repaso a la historia y cuál ha sido su evolución. A su vez, se presentan y se especifican cuáles son los conceptos tecnológicos y el área de aplicación creativa.

Definir:

- Análisis y equipo de trabajo: Se establecen los criterios para el equipo de trabajo. A pesar que se fomenta el trabajo en grupo colaborativo, también puede existir la componente individual. Se establecerán responsabilidades y diferentes roles dentro del equipo con el fin hacer frente a la resolución de problemas. Se analiza las propuestas y se realiza una definición que de lugar a los objetivos para el desarrollo de un proyecto basado en un problema de la vida real.

Idear:

- Resolución de problemas: Se aporta la documentación necesaria para la resolución de la propuesta presentada en la definición del problema. Se especifica a los grupos de trabajo cuales son las herramientas, tecnologías y recursos que se van a utilizar como planteamiento del ejercicio. Tanto para potenciar la autonomía del estudiante o el trabajo en equipo, la motivación o la creatividad, se puede hacer uso de distintas estrategias ya existentes. Las herramientas tecnológicas se convierten en el medio de comunicación entre el docente-alumno y el proyecto. Se desarrolla una ficha anexada donde queda integrado las herramientas y el proceso tecnológico a desarrollar.



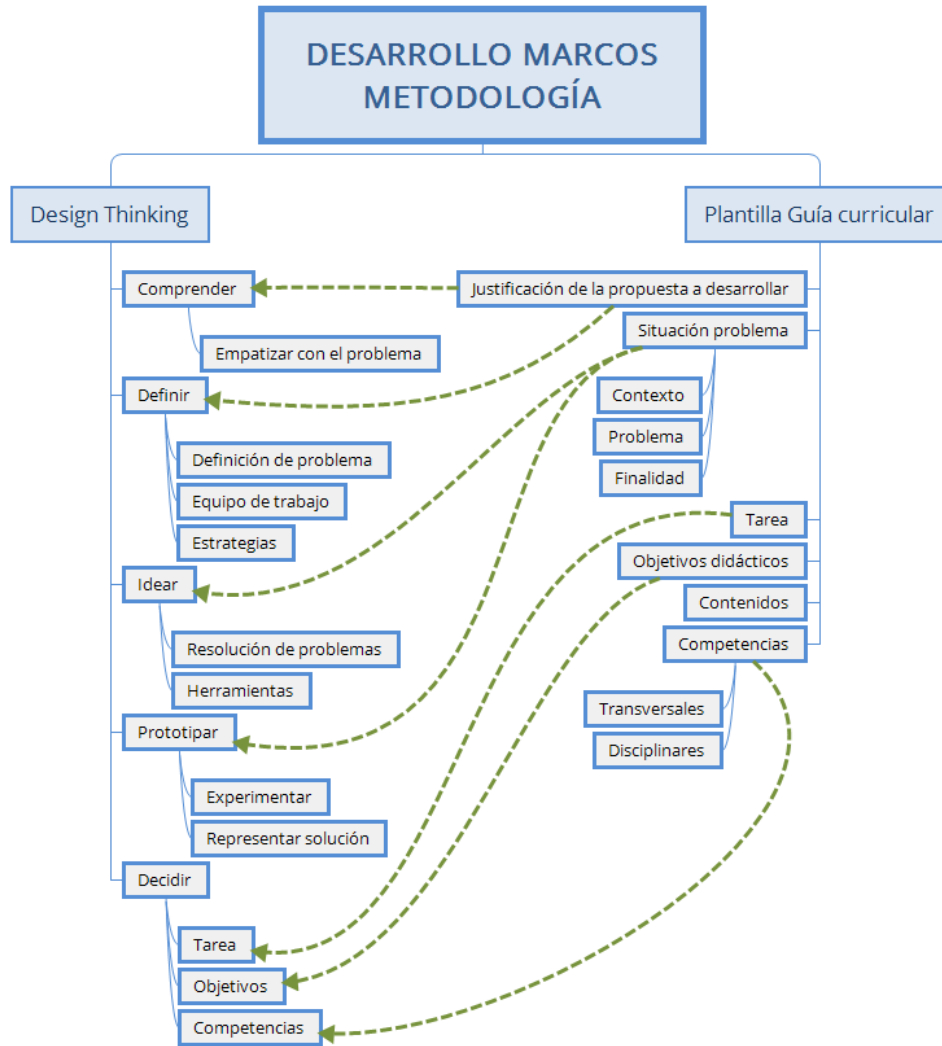
Experimentar:

- Representar solución: Se expone la finalidad del ejercicio y como se integran las herramientas tecnológicas para aportar soluciones en el día a día a través de un producto.

Decidir:

- Tarea: Se expone el briefing del ejercicio. Este se redactará desde el punto de vista de desarrollo de problemas que a través de el desarrollo del proyecto se encontrará la solución.
- Objetivos: Se establecen los objetivos que los alumnos tendrán que ir desarrollando para el correcto desarrollo del proyecto. Estos se establecerán como indicadores a la hora de la evaluación del ejercicio.
- Competencias: Se establecerán las competencias transversales y disciplinares que el docente crea conveniente que estén incluidas dentro del ejercicio a desarrollar.

En la siguiente imagen 6.9 e imagen 6.10 se puede observar donde quedan integradas las etapas del *design thinking* en la plantilla que ofrece Heziberri 2020 dentro de la nueva propuesta metodológica.



Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 6.9. Integración de variables

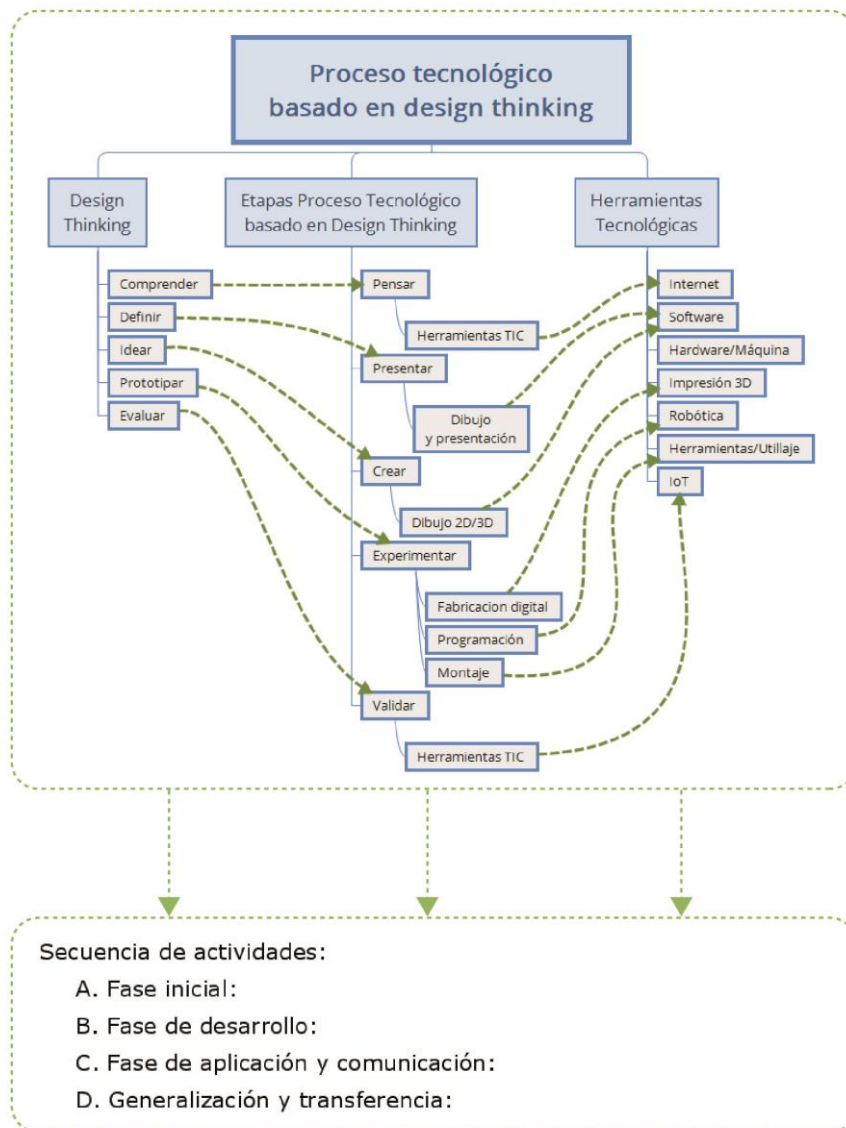
A- METODOLOGÍA CURRICULAR		
· COMPRENDER Y DEFINIR PROBLEMA		
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>		
· Diseño:		
Individual	Grupo	Estrategia
Herramientas		
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>		
IDEAR Y PROTOTIPAR		
Resolución de problema		
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>		
Representar solución		
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>		
· DECIDIR		
Tarea		
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>		
Objetivos		
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>		
Competencias Básicas	Competencias Tansversales	

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 6.10. Nueva plantilla metodología curricular.**

6.3.2.2 Integración proceso tecnológico basado en design thinking

En la figura 6.11 se muestran las variables que se introducen dentro de la plantilla curricular:



Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 6.11. Integración proceso tecnológico basado en *design thinking* en la plantilla propuesta por Heziberri 2020

Según Olsen (Olsen, 2015), el uso de las nuevas herramientas está produciendo continuos cambios en los procesos tecnológicos lo que está provocando una evolución de la metodología *design thinking* no solo en el ámbito empresarial, sino que también en el académico.

A continuación, se describen las etapas que forman el proceso tecnológico basado en la metodología *design thinking* como guía para el diseño de actividades y experiencias en el entorno curricular:

Pensar:

- Comprender: El docente debe aportar toda la documentación necesaria para que el estudiante adquiera los conocimientos para alcanzar los objetivos que se exponen. Se requiere un correcto análisis de la necesidad para el avance de las siguientes etapas.
- Herramientas: Se hace uso de las distintas tecnologías TIC como recurso condicionante para comprender y comenzar la búsqueda de problemas. Conviene un óptimo manejo de ordenadores y tablets.

Presentar:

- Definir: Los alumnos adquieren el sentido los conocimientos específicos del funcionamiento de las cosas y su puesta en práctica en la vida real. Esto viene dado previamente en la etapa anterior. Pero antes de comenzar esta fase, se debe comprender el enfoque del proyecto. Una correcta toma de decisiones permite al estudiante establecer sus propios objetivos y metas. El estudiante comienza una fase de presentar y definir su propio *briefing*.
- Herramientas: Se utilizan herramientas digitales que forman la competencia de tecnología. Esto dependerá de los recursos y la normativa interna de cada centro educativo. Se genera una sinergia de las herramientas convencionales de toda la vida con el uso de las nuevas herramientas tecnológicas y creativas.

Crear:

- Idear: Se establece un escenario donde los alumnos comienzan la búsqueda de soluciones. Analizan las necesidades y detectan el problema para la búsqueda de múltiples opciones de desarrollo. Los alumnos comienzan a ser protagonistas de su propio aprendizaje.
- Herramientas: Los alumnos descubren por sí solos nuevas formas conceptuales y formas de uso. Esto a su vez implica la curiosidad de como poder llevarlas a cabo. El dibujo analítico en 2D y el bocetado se constata como un proceso fundamental dentro de la etapa de ideación. Posteriormente cuando la idea es resuelta de modo conceptual, esta se materializa mediante un dibujo 3D. También existen otras formas de representación analítica. Esta es transmitida a través de la programación y dibujo de bloques modulares.

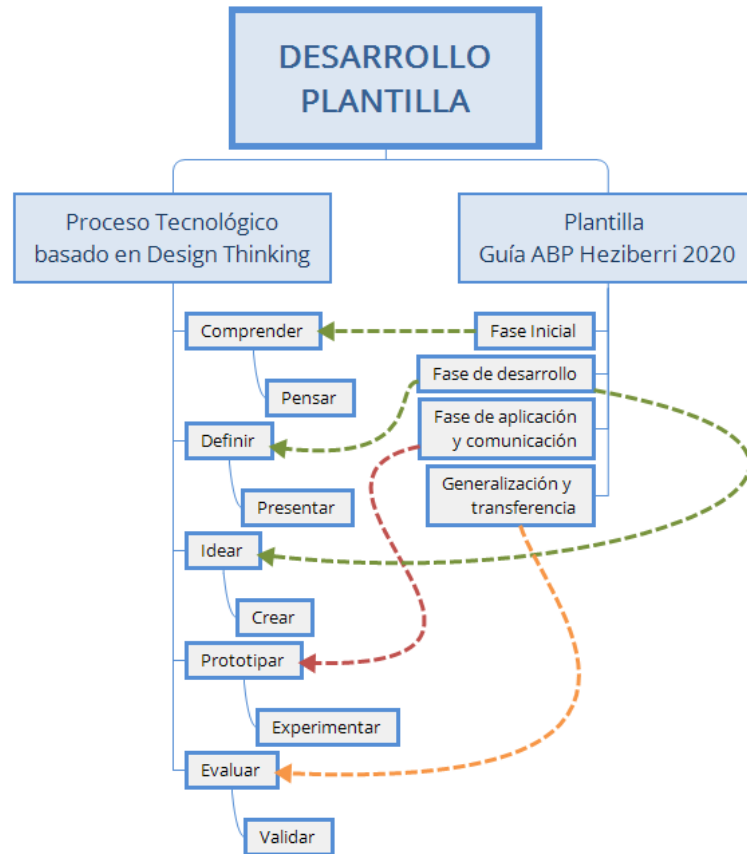
Experimentar:

- Prototipar: El alumno una vez fabricado el producto debe realizar una experimentación y validación para verificar el correcto funcionamiento. En esta etapa, se ensambla todas las piezas que lo componen y se realizan distintas pruebas con el fin de cumplir los objetivos marcados en la etapa anterior. El producto fabricado es analizado para comprobar si el objeto construido resuelve el problema planteado en el briefing. Este proceso posibilita al alumno a la búsqueda de errores, dando la posibilidad de retornar a estado anteriores.
- Herramientas: En esta etapa se sugieren nuevas tecnologías que permitan la fase de construcción del producto. Se plantean las nuevas tecnologías de fabricación digital ligadas a los procesos de fabricación aditiva como por ejemplo las impresoras 3D. Distintos informes como UNESCO, PISA y Horizon ya hacen referencia al uso de estas tecnologías como una tendencia a corto plazo. Se plantean otras tecnologías como construcción del producto a base de módulos y componentes de electrónica. El uso de pequeños microprocesadores con los que se pueda construir ejercicios desde una perspectiva computacional.

Validar:

- Evaluar: Una vez terminado el proyecto, el alumno está capacitado para la presentación y divulgación del ejercicio. Para realizar y compartir los conocimientos adquiridos y experimentados hay que hacerlo desde una perspectiva crítica del resultado obtenido. La evaluación se desarrollará en función de los criterios preestablecidos por la nueva metodología.
- Herramientas: Como en la primera etapa de este enfoque, es necesario medios de comunicación basado en las nuevas TIC.

En la siguiente figura 6.12 se puede observar donde quedan integrados las variables de la plantilla que ofrece Heziberri 2020 dentro de la nueva propuesta metodológica desde una perspectiva de incorporación de los procesos tecnológicos bajo una metodología de *design thinking*:



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 6.12. Integración de variables en el proceso tecnológico basado en *design thinking*.**

Se realiza una guía curricular de todas las etapas que componen el proceso tecnológico dentro de la plantilla curricular correspondiente al segundo enfoque. En la imagen 6.13 se puede observar a modo plantilla de desarrollo.

B- PROCESO TECNOLÓGICO BASADO EN DESIGN THINKING	
· PENSAR:	
Comprender	Herramientas TIC
· PRESENTAR:	
Definir	Software
· CREAR:	
Idear	Hardware
· EXPERIMENTAR:	
Prototipar	Utillaje
· VALIDAR:	
Evaluar	Autoevaluación

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 6.13. Plantilla del proceso basado en diseño y tecnología**

A continuación, se muestra la plantilla final que sirve de modelo para el desarrollo de proyectos curriculares basados en *design thinking* a través de las nuevas tecnologías creativas.



## 6.4. Plantilla metodología (Imagen 6.14).

GUÍA PARA LA PROGRAMACION DE UN PROCESO TECNOLÓGICO BASADO EN DESIGN THINKING								
Materia: _____	Tema: _____							
Nivel: _____	Sesiones: _____	Centro: _____						
A- METODOLOGÍA CURRICULAR								
· COMPRENDER Y DEFINIR PROBLEMA								
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>								
· Diseño:								
<table border="1"><tr><td>Individual</td><td>Grupo</td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table>	Individual	Grupo			<table border="1"><tr><td>Estrategia</td></tr><tr><td> </td></tr></table>		Estrategia	
Individual	Grupo							
Estrategia								
Herramientas								
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>								
IDEAR Y PROTOTIPAR								
Resolución de problema								
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>								
Representar solución								
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>								
· DECIDIR								
Tarea								
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>								
Objetivos								
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>								

Competencias Básicas	Competencias Tansversales
<b>B- PROCESO TECNOLÓGICO BASADO EN DESIGN THINKING</b>	
· PENSAR:	
Comprender	Herramientas TIC
· PRESENTAR:	
Definir	Software
· CREAR:	
Idear	Hardware
· EXPERIMENTAR:	
Prototipar	Utillaje
· VALIDAR:	
Evaluar	Autoevaluación
<b>C- EVALUACIÓN</b>	

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 6.14. Plantilla para la programación de un proceso tecnológico basado en *design thinking***

# Capítulo 7

## Prototipado de una herramienta de evaluación basada en el diseño

### 7.1. Evaluación y validación de la metodología.

El plantear un enfoque basado en el desarrollo de competencias tiene una relación directa con importantes consecuencias de cómo se va a planificar las distintas tareas del docente, la organización de las actividades de enseñanza y aprendizaje y el logro de los estudiantes.

La evaluación de las competencias va más allá de la mera comprobación de los conocimientos alcanzados por los alumnos, sino que se complementa además mediante un escenario de aprendizaje en que se visualicen otras estrategias y metodologías, procesos, manejo de herramientas y actitudes a la hora de resolver problemas.

La evaluación se constituye como el eje de aprendizaje y es necesario para procesos de enseñanza que conlleva superar elementos como análisis de problemas y situación, resolverlos y si es necesario volver a comenzar para su corrección.

Como se ha visto anteriormente, esta situación viene relacionada con los aprendizajes activos y de base proyectual. La metodología desarrollada, permite bajo un enfoque proyectual basado en *design thinking* analizar y resolver problemas del día a día y posibilitando una evaluación que va más allá de los conocimientos adquiridos.

El plan Heziberri 2020 establece un marco de desarrollo de competencias disciplinares y transversales que hay que tener en cuenta para la evaluación.

Esta se conforma como una *plantilla* para la implementación de la metodología dentro del sistema de evaluación curricular.

A continuación, se expondrá el modelo de validación y evaluación correspondiente a la metodología bajo los parámetros e indicadores de evaluación de las distintas competencias propuestas por el plan Heziberri 2020.

### 7.1.1. Acercamiento de evaluación de metodología en plan Heziberri 2020.

Se plantea una evaluación por competencias donde aplicadas con la metodología desarrollada, permite evaluar y validar el proceso de *design thinking* y el tecnológico, y analizar las distintas etapas que la componen.

El plan Heziberri establece “[...] la referencia para la evaluación de todas las competencias se encuentra en los objetivos generales de las áreas, materias o ámbitos curriculares, [...] el nivel de consecución de estos objetivos, y por tanto el del desarrollo de las competencias, se concreta a través de los criterios de evaluación y de los indicadores de logro (imagen 7.1.).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.1. Evaluación de Competencias Heziberri 2020**

#### Evaluación de competencias:

A continuación, el plan establece una definición de las competencias a la hora de realizar la evaluación. Estas se tendrán en cuenta a la hora de validar la metodología:

- *Competencias básicas disciplinares:* Son aquellas que necesitan resolver de forma eficaz los problemas relacionados con situaciones personales, sociales, académicos y laborales. Están compuestas principalmente por componentes disciplinares y requieren el uso de recursos específicos relacionados con las áreas disciplinares.<sup>105</sup>

---

<sup>105</sup> Competencias disciplinares: orientaciones metodológicas y para la evaluación. Berritzegune Nagusia (Heziberri 2020). Gobierno Vasco, p. 2. (2017)

- *Competencias básicas transversales*: Son aquellas que se trabajan y desarrollan a través de todas las áreas, ámbitos o materias. Estas se obtienen y se aplican integrándolas en todos los ámbitos y situaciones de la vida. Para su correcto desarrollo en las aulas es la didáctica y la metodología utilizada.<sup>106</sup>

Para determinar el grado de logro de las competencias alcanzadas por cada alumno se deben tener en cuenta los indicadores de evaluación de las competencias aportadas en cada etapa correspondiente a la metodología.

El plan establece que estos indicadores, “[...] son válidos para todas las etapas, no se deben considerar como elementos sueltos, sino que están insertos en todas y cada una de las materias de la etapa y se deben modular con respecto a los objetivos previstos en cada curso”.<sup>107</sup>

A continuación, se diseña una herramienta capacitada de evaluar la metodología investigada y desarrollada tanto desde una perspectiva global del proyecto o de forma independiente por etapas.

A partir del uso de indicadores de las competencias curriculares, esta herramienta proporcionará datos cuantitativos y cualitativos en función de las necesidades. Se podrá analizar numéricamente a partir de casos experimentales, el impacto de utilizar etapas basadas en el diseño en el sistema educativo y el uso de nuevas tecnologías como herramientas creativas. Siempre con el fin de obtener resultados para la mejora y optimización del proceso en sus distintas etapas.

## 7.2. Evaluación y validación.

El plan establece el modelo guía de una plantilla para integrar de una manera didáctica los ejercicios propuestos por el profesor. A su vez contiene los requisitos y objetivos para poder ser evaluable y alcanzar las competencias básicas preestablecidas para cada caso.

Esta investigación describe la incursión de nuevos métodos a la hora del desarrollo “situación – problema” interviniendo metodologías basadas en el diseño y el uso de nuevas tecnologías como herramienta creativa.

La plantilla propuesta bajo la nueva metodología exige a su vez nuevos métodos de evaluación. Esto no solo significa una evaluación de proyecto o unidad didáctica del ejercicio realizado en el aula, sino que va más allá. Se explora una validación del proceso de diseño propuesto y poder analizar y evaluar las distintas etapas que lo forman.

---

<sup>106</sup> Competencias transversales: orientaciones metodológicas y para la evaluación. Berritzegune Nagusia (Heziberri 2020). Gobierno Vasco, p. 2. (2017)

<sup>107</sup> Orientaciones para elaborar el informe sobre el grado de adquisición de las Competencias Básicas. Berritzegune Nagusia (Heziberri 2020). Gobierno Vasco, p. 18. (2017)

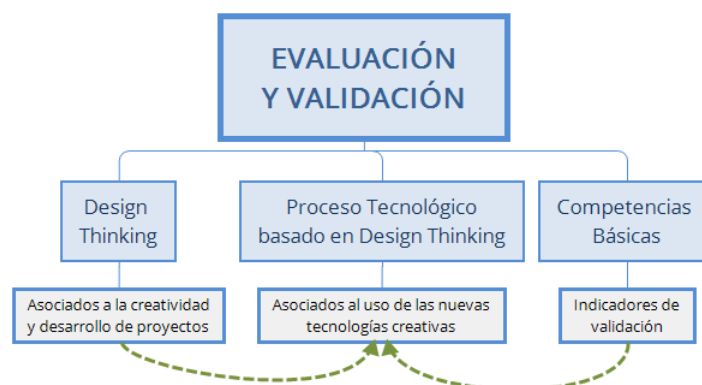
### 7.2.1. Variables relacionadas con la evaluación de la metodología.

De acuerdo a los criterios establecidos anteriormente en la evaluación de el plan Heziberri 2020, se investiga y se diseña una herramienta de validación y evaluación del proceso metodológico.

Como se ha visto en la imagen 7.2, se establecen tres bloques:

- *Design thinking*: Corresponde a las variables que conforman el proceso creativo siguiendo un modelo de ABP. Estas vienen preestablecidas como etapas y la herramienta nos permitirá evaluar y validar tanto de una perspectiva global de todo el proceso o como de una forma independiente cada etapa.
- Proceso tecnológico basado en *design thinking*: El plan Heziberri 2020 establece unos criterios que debe cumplir el proyecto a realizar. Éstos, se miden a través de unos indicadores de logro que debe superar el alumno. De entre todos ellos, el docente debe seleccionar cuales son los que forman el proyecto a realizar y cuáles son los que pertenecen a cada etapa de *design thinking*. Además, permitirán realizar una evaluación objetiva del proyecto y la aplicación de un valor para el aprendizaje.
- Competencias básicas transversales: Éstas proporcionan capacidades para analizar, idear, interpretar, resolver problemas etc. Desde una perspectiva proyectual a través de las distintas etapas que conforman el proceso tecnológico basado en *design thinking*, se validará el proceso mediante el nivel de competencias transversales adquiridas. El plan establece unos indicadores de logro de competencias que se utilizarán para la validación del proceso tecnológico basado en *design thinking* y para la obtención de resultados.
- Competencias básicas disciplinares: Éstas proporcionan las distintas capacidades que debe adquirir el alumno en materias disciplinar. Al igual que las transversales, se especifican a través de indicadores de logro. Se constituyen cada una de ellas de manera independiente, pero, pueden intervenir de forma íntegra o por partes en cada disciplina. Siempre bajo la elección del profesor o tutor. A parte de un seguimiento del alumno, aplicadas desde una visión proyectual, permitirá extraer resultados de que indicadores disciplinares son los que más actúan en las distintas etapas de diseño.

En la imagen 7.3 se muestra el resumen de las variables con sus indicadores que intervienen en el proceso tecnológico basado en *design thinking*.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.3. Variables de evaluación y validación de la metodología**

### 7.2.2. Diseño de herramienta para evaluación.

Se diseña y se desarrolla una herramienta para analizar un proceso de evaluación enfocada a la nueva metodología. Siguiendo con las variables descritas anteriormente, se diseña esta herramienta para evaluar y validar el proceso de *design thinking* dentro del currículo educativo que establece el plan Heziberri 2020.

Los objetivos principales de esta herramienta son los siguientes (imagen 7.4):

- **Evaluación:** permite realizar de forma objetiva y siguiendo los parámetros que establece el currículo educativo una valoración puntuable del trabajo realizado por el alumno. A su vez, indica que indicadores de competencia y que niveles a alcanzado en cada una de las etapas. En cuanto al docente, facilita la labor de la evaluación, ya que esta contiene todos los parámetros y pesos adjudicados previamente preestablecidos por el mismo (Evaluación cuantitativa).
- **Validación:** a nivel de investigación, proporciona todos los datos necesarios para analizar cada una de las etapas. Permite validar en cada proyecto o unidad didáctica realizada, desde el punto de vista curricular, que indicadores poseen más peso dentro del proceso. De esta manera, se obtienen resultados y conclusiones que permita mejorar y optimizar el proceso (Evaluación cualitativa).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.4. Objetivos herramienta de evaluación y validación**

### 7.2.3. Indicadores de logro.

El plan establece unos indicadores para la evaluación de los ejercicios a través de logros de objetivos. A su vez se tiene en cuenta otros logros que el docente detecta y deben ser evaluables del mismo modo (proceso tecnológico).

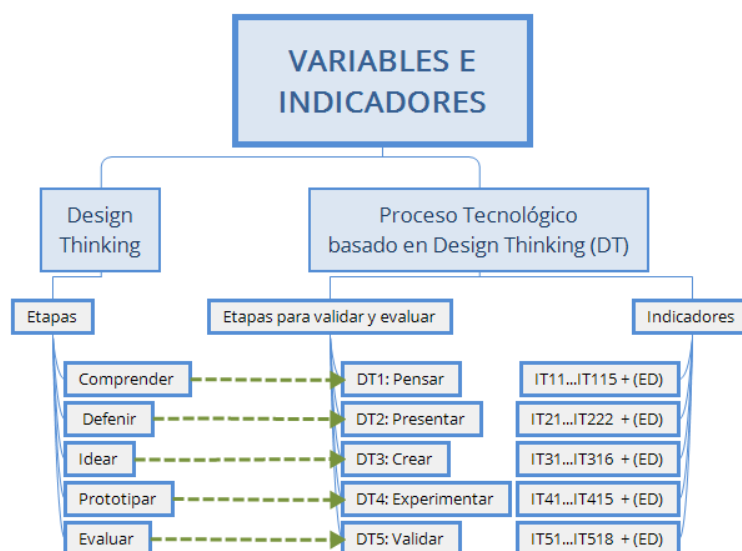
Estos indicadores describen de manera cualitativa y cuantitativa el conjunto de aspectos que el alumnado debe dominar en relación a las competencias básicas y proceso tecnológico.

La denominación de los indicadores queda indicada en cada variable de la siguiente manera (imagen 7.5.A. e imagen 7.5.B):

- Etapas proceso tecnológico basado en *design thinking*: “DT”
- Indicadores tecnológicos: “IT”
- Competencias transversales: “CT”
- Competencias disciplinares: “CD”
- Otros indicadores de evaluación (Evaluación docente): “ED”

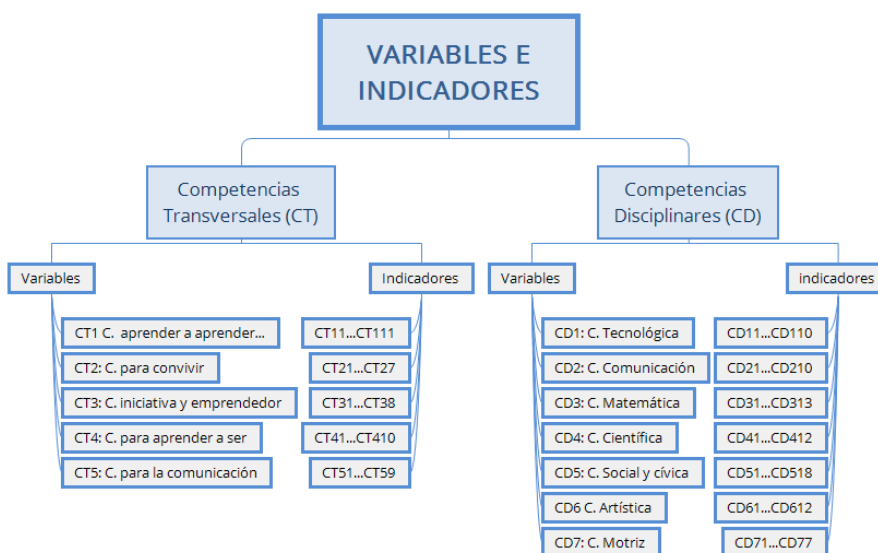
Cada indicador adquiere una denominación identificativa con el fin de proporcionar datos y estadísticas de manera independiente. Cada uno de ellos podrá ser seleccionado para ser evaluado y/o validado en función de las necesidades que dicte el docente, el ejercicio o el problema a tratar.





Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.5.A. Denominación de variables e indicadores**



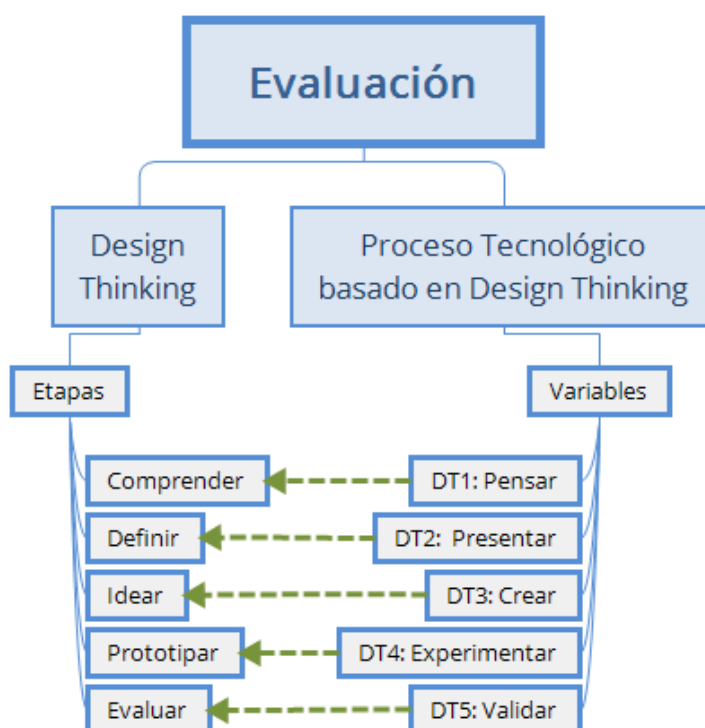
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.5.B. Denominación de variables e indicadores**

### 7.3. Evaluación proceso tecnológico basado en *design thinking*.

#### 7.3.1. Descripción.

Corresponde a la parte cuantitativa del proceso metodológico de evaluación. Cada variable esta asociada a una etapa de *design thinking* y no se podrán entremezclar con otras etapas (Imagen 7.6).



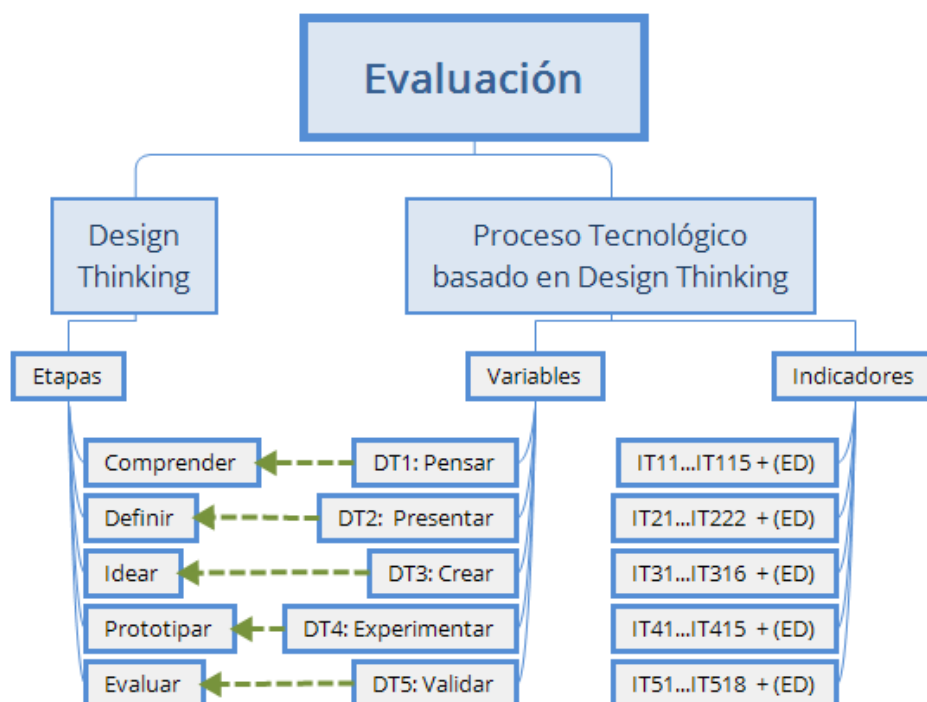
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.6. Evaluación proceso tecnológico basado en *design thinking* y relación de etapas**

Cada variable se evalúa de forma independiente en cada etapa debido a que proporciona un estudio individual de cada parte del proceso metodológico. Si se quiere mezclar indicadores de variables con otras etapas que no corresponde se puede añadir como otros elementos: “E” (imagen 7.7).

A cada variable le corresponde unos indicadores de evaluación generados por el plan Heziberri 2020. Estos han sido ordenados y catalogados por variables. Además, se pueden complementar o añadir mediante otros indicadores que no aparecen.

Esto se debe al uso de nuevas herramientas tecnológicas dentro del sistema educativo reglado, con lo que conlleva nuevas interpretaciones convirtiéndose en objeto de evaluación.



Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 7.7. Evaluación proceso tecnológico y relación de etapas

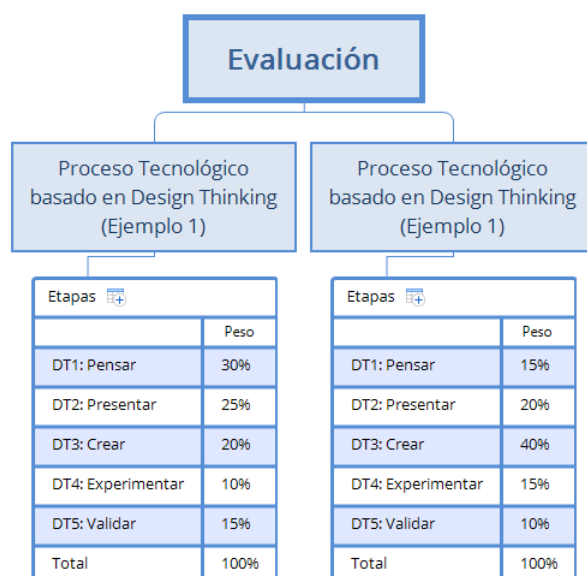
### 7.3.2. Tipo de evaluación y asignación de pesos.

Se realiza una evaluación basada en una escala de %. Esta evaluación no solo permite fijar objetivos y logros para el estudiante, sino que proporciona además datos estadísticos para futuros planteamientos y mejoras.

A cada etapa le podemos asignar el peso que interese al docente, ya sea por duración de cada etapa de ejercicio, dificultad, número de indicadores a evaluar, etc.

Esta posibilidad de aplicar los pesos, permite un mayor rango de análisis del proceso de *design thinking* y abre posibilidades de aplicar casos prácticos que se centren en etapas determinadas. Se podrá analizar el impacto que genera en cada una de ellas.

En la imagen 7.8, se muestra dos ejemplos de asignación de pesos. La suma de asignación siempre debe ser el 100% o en base 10.



Fuente: Elaboración propia (2018)

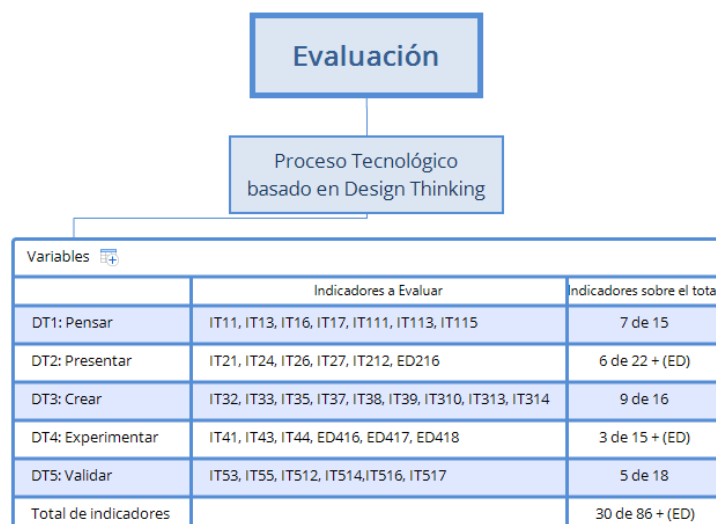
**Imagen 7.8. Ejemplos asignación de pesos en las etapas del proceso tecnológico**

### 7.3.3. Ejemplo completo de evaluación y asignación de pesos.

La asignación de pesos de las variables, como se ha comentado anteriormente, posee los indicadores de logro que deben superar los alumnos. Estas vienen seleccionadas por el equipo docente. Para su evaluación se realiza sobre el total de cada variable que posteriormente se evalúa sobre el peso que hemos asignado en la etapa de diseño correspondiente.

En la imagen 7.9, se muestra un ejemplo de asignación de indicadores que son evaluables en cada etapa:

- **Indicadores a evaluar:** muestra los logros que ha seleccionado el docente para posteriormente ser evaluados. Además, se muestran como indicadores, los objetivos propuestos por el profesor que serán objeto de evaluación correspondiente a cada etapa.
- **Indicadores sobre el total + (E):** informa del número los indicadores que han sido seleccionados y añadidos por el docente correspondiente a cada etapa.



Fuente: Elaboración propia (2018)

### Imagen 7.9. Ejemplos asignación de indicadores de variables

Para realizar una evaluación de carácter cuantitativo por etapas a través de los indicadores, el docente asigna a cada uno de ellos una nota (de 1 a 10) que posteriormente será evaluada sobre el total de los indicadores seleccionados en cada etapa.

En la imagen 7.10, se muestra un ejemplo de aplicación de los indicadores que han sido seleccionados por el docente:

- Indicadores a evaluar: indicadores elegidos para ser evaluados en base 10. Se aplican las notas de evaluación de 1 a 10. Todos los indicadores tienen el mismo peso de evaluación.
- Indicadores sobre el total + (E): se muestra el número de indicadores elegidos de cada variable más los propuestos por el docente si fuese necesario. Se realiza una evaluación sobre el total de indicadores elegidos en cada etapa. Esta suma se forma para el cálculo de la nota en % y en base 10.
- Evaluación indicadores: muestra los cálculos realizados de los indicadores seleccionados; la nota sobre el total de indicadores, la media en % sobre la nota de los indicadores y la nota media de la variable en base 10.

Evaluación

|

Proceso Tecnológico  
basado en Design Thinking

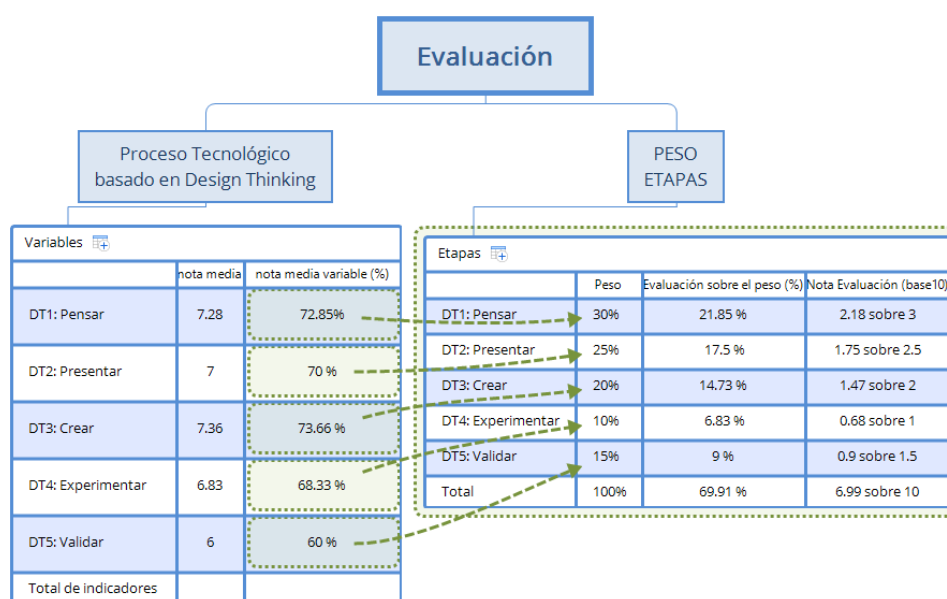
Variables	Indicadores a Evaluar	Indicadores sobre el total - (ED)	Evaluación indicadores
DT1: Pensar	IT1	7 de 15 Evaluación sobre 70	Nota sobre 70 : 51/70 media de la variable (%) : 72.85 % nota media (base 10) : 7.28
	Notas (sobre 10)		
	IT11		
	IT13		
	IT16		
	IT17		
	IT111		
	IT113		
DT2: Presentar	IT2 + (ED)	6 de 22 + 1 Evaluación sobre 60	Nota sobre 60: 42/60 media de la variable (%) : 70 % nota media (base 10) : 7
	Notas (sobre 10)		
	IT21		
	IT24		
	IT26		
	IT27		
	IT212		
	ITED216		
DT3: Crear	IT3	3 de 16 Evaluación sobre 30	Nota sobre 30: 23/30 media de la variable (%): 73.66 % nota (base 10) : 7.36
	Notas (sobre 10)		
	IT32		
	IT33		
	IT35		
DT4: Experimentar	IT4 + (ED)	6 de 16 + 3 Evaluación sobre 60	Nota sobre 60 41/60 media de la variable (%): 68.33 % nota media (base 10) : 6.83
	Notas (sobre 10)		
	IT41		
	IT43		
	IT44		
	ITED416		
	ITED417		
	ITED418		
DT5: Validar	IT5	4 de 18 Evaluación sobre 40	Nota sobre 40 : 24/40 media de la variable (%): 60 % nota media (base 10): 6
	Notas (sobre 10)		
	IT53		
	IT55		
	IT512		
	IT514		

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.10. Ejemplos asignación de indicadores de variables y cálculo de medias**

Una vez obtenido la evaluación de la nota media (base10), se genera la nota media en % en las distintas variables. Este paso es necesario para realizar los cálculos equivalentes a los pesos otorgados en las etapas.

En la imagen 7.11, se representa la equivalencia de la nota media de la variable en función del peso otorgado por el docente en cada etapa de *design thinking*.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.11. Ejemplo nota evaluación final en % y base10**

Este proceso de evaluación y a partir de los indicadores propuestos por el plan Heziberry 2020 y los propios objetivos marcados por el docente, permite analizar y valorar cada etapa de diseño y conseguir una evaluación final de cada alumno.

### 7.3.4. Otras evaluaciones.

Una vez obtenidas las notas de evaluación y con el fin de conseguir otros datos con los que mejorar el proceso metodológico o ver estadísticas de cada etapa o del conjunto, se diseña la programación de otras evaluaciones.

Éstas permiten obtener resultados del proceso en los casos de estudio y de experimentación con los alumnos. Como se analiza en el capítulo anterior, a la hora de realizar la

plantilla para preparar cada caso estudio y de experimentación, se elige una estrategia a desarrollar.<sup>108</sup>

Cada estrategia varía la elección y la asignación de pesos a asignar dentro de las etapas de *design thinking*. Estas preguntas de evaluación ayudan a identificar que indicadores son los más débiles, cuales son los más fuertes o que más veces se repiten. Estas opciones además se pueden generar en cada unidad didáctica, en cada alumno de forma individual o en grupos:

- *¿Cuántos indicadores he usado en cada etapa?*

Muestra el porcentaje de uso de indicadores de evaluación por cada etapa de diseño. La operación se realiza sobre el 100 % de indicadores de cada etapa.

En la imagen 7.12 se muestra un ejemplo de aplicación:

Etapas			
	Peso	Indicadores utilizados	% indicadores utilizados
DT1: Pensar	30%	7 de 15	46.66 %
DT2: Presentar	25%	6 de 23	26.08 %
DT3: Crear	20%	3 de 16	18.75 %
DT4: Experimentar	10%	6 de 19	31.57 %
DT5: Validar	15%	4 de 18	22.22 %

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.12. Ejemplos de % indicadores utilizados en cada etapa**

*Se ha usado el “X” % de indicadores de evaluación en cada etapa correspondiente Al proceso.*

<sup>108</sup> Se entiende como estrategia al método o fases que se va a utilizar dentro de la propia metodología desarrollada. Por ejemplo: *design thinking*, gamificación, constructivismo, diseño de experiencias, mínimo producto viable, etc.



- *¿Cuántos indicadores he usado en el proceso?*

Muestra el porcentaje de indicadores de evaluación en el global de las etapas. La operación matemática se genera sobre el sumatorio de todos los indicadores que componen las variables del proceso tecnológico basado en *design thinking*.

En la imagen 7.13 se muestra un ejemplo de aplicación:

Etapas		
	indicadores utilizados	% indicadores utilizados
DT1: Pensar	7 de 15	46.66 %
DT2: Presentar	6 de 23	26.08 %
DT3: Crear	3 de 16	18.75 %
DT4: Experimentar	6 de 19	31.57 %
DT5: Validar	4 de 18	22.22 %
<b>TOTAL</b>	<b>26/91</b>	<b>28.57 %</b>

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.13. Ejemplos de % indicadores totales utilizados**

*Se ha usado el “28.57 %” de indicadores de evaluación en el proceso tecnológico basado en design thinking.*

- *Mostrar indicadores*

Realiza una muestra gráfica de los indicadores que se ha utilizado, así como su estadística basada en la media de puntuación. También se muestra la elección de la nota obtenida.

*Mostrar que indicadores obtienen la calificación de suspenso.*

*Mostrar que indicadores obtienen la calificación de notable.*

- ***Mostrar de evaluación final***

En función de la nota total obtenida, muestra su equivalencia mediante texto. Siguiendo la siguiente tabla:

- Suficiente: de 5 a 5.99
- Bien: de 6 a 6.99
- Satisfactorio: de 7 a 7.99
- Notable: de 8 a 8.99
- Sobresaliente de 9 a 10

### ***7.3.5. Descripción y denominación indicadores proceso tecnológico.***

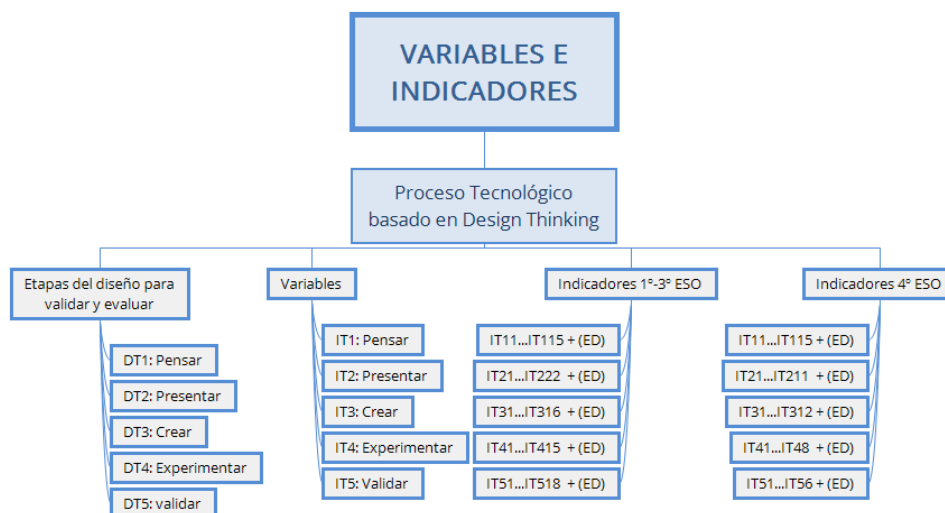
Según el plan Heziberri 2020 establece unos criterios de evaluación a través de unos indicadores de logros seleccionados por el docente. Estos deben ser superados por el alumno mediante una calificación.

Los casos prácticos se desarrollarán en un entorno de edad comprendido entre los 12 y 15-16 años (entre 1º y 4º ESO). El plan establece dos áreas de actuación comprendidas entre 1º y 3º de la ESO y 4º de la ESO.

De acuerdo a la descripción de las etapas de *design thinking* y los objetivos que hay que alcanzar dentro de la competencia tecnológica, se ordenan los indicadores en función de las distintas etapas.

La tipología y descripción de cada indicador se puede encontrar en el Anexo VII.

En la imagen 7.14 se puede observar como quedan clasificados y ordenados para ser evaluados en cada etapa:



Fuente: Elaboración propia (2018)

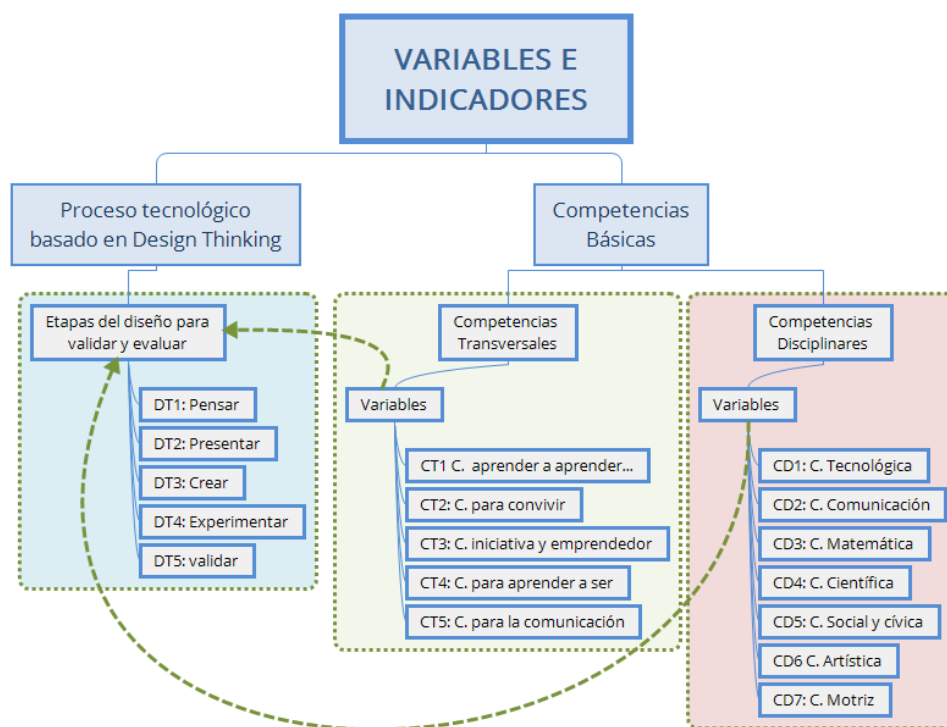
Imagen 7.14. Descripción indicadores proceso tecnológico

## 7.4. Validación competencias básicas (transversales y disciplinares).

### 7.4.1. Descripción.

Corresponde a la parte cualitativa del proceso metodológico de validación. A pesar de que se le va a asignar una nota numérica a cada indicador, a nivel curricular solo se va a tener en cuenta unos valores basados en la experiencia y observación del alumno – docente. A pesar de todo, se desarrolla la herramienta además, con la posibilidad de una evaluación numérica que permita extraer datos para futuras estadísticas.

A diferencia con los indicadores anteriores que cada variable estaba asociada a una etapa de *design thinking*, las variables de las competencias básicas, permite incluirlas en cualquier etapa de diseño y repetirse tantas veces como quiera (imagen 7.15).

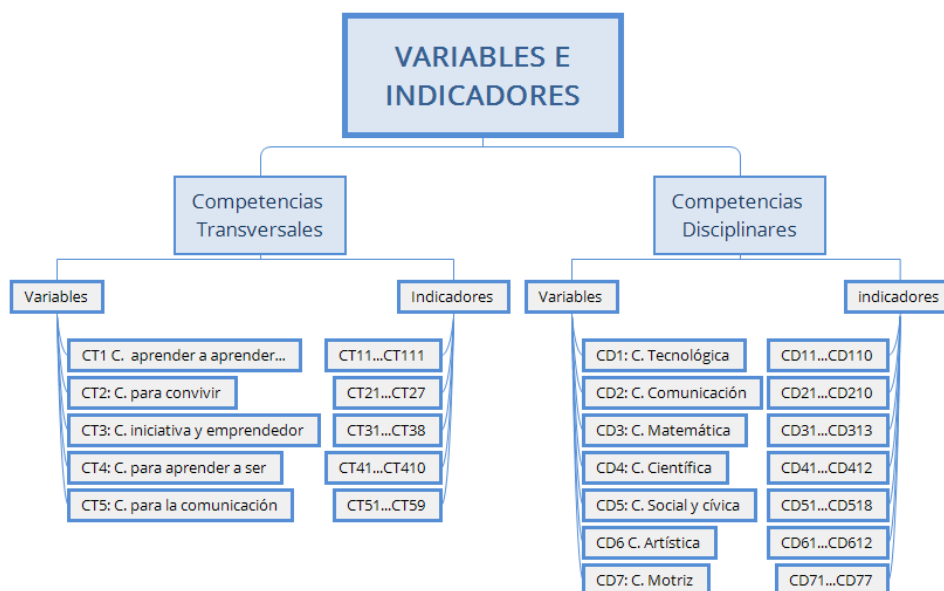


Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.15. Validación y evaluación competencias básicas**

Se habla de una validación ya que los indicadores demuestran en su mayoría las habilidades necesarias para alcanzar los objetivos. Estas deben ser estudiadas y validadas por el docente dentro del proceso. A pesar de todo, a efectos prácticos y de experimentación, se sigue considerando una evaluación.

Como en el caso anterior, en el proceso tecnológicos, a cada variable le corresponde unos indicadores de validación generados por el plan Heziberri 2020. Estos han sido ordenados y catalogados dentro de las variables. A diferencia de los anteriores, no se puede añadir indicadores nuevos (Imagen 7.16).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.16. Variables e indicadores correspondientes a las competencias básicas**

#### 7.4.2. Tipo de evaluación y asignación de pesos.

Se realiza una evaluación basada en una escala de % para la realización y generación de los cálculos y en base 10 para su representación. El plan Heziberri 2020 establece una escala evaluativa de los indicadores que describe los objetivos y logros que debe superar el estudiante.

Al igual que en el caso anterior, las etapas del proceso ya vienen marcados por la asignación de unos pesos en % por parte del docente. La validación los indicadores de las competencias se tendrán que equiparar a los pesos aportados.

El plan establece una asignación de los indicadores basado en tres denominaciones:

- Bajo
- Medio
- Alto

De cara al diseño de esta herramienta añadimos una designación más que permita obtener datos más precisos de cara a una evaluación más efectiva:

- No superado

A su vez, se proporciona una escala numérica a los cuatro valores que permite obtener datos estadísticos. Se podrá asociar a cada etapa de *design thinking* o de forma conjunta con el fin de obtener resultados y mejoras. La escala numérica en base 10 y la denominación quedaría formada de la siguiente manera

- No superado:  $\leq 4.99$
- Bajo:  $5 \leq 6.99$
- Medio:  $7 \leq 8.49$
- Alto:  $8.5 \geq 10$

La validación y evaluación se formaría con los mismos cálculos realizados con las variables pertenecientes al proceso tecnológico. En función de la unidad didáctica o caso de experimentación que se quiera realizar, el docente deberá seleccionar y agregar a cada etapa, las competencias que crea necesarias para ser validadas. En todo caso, las competencias transversales y las disciplinares se tratan de forma independiente.

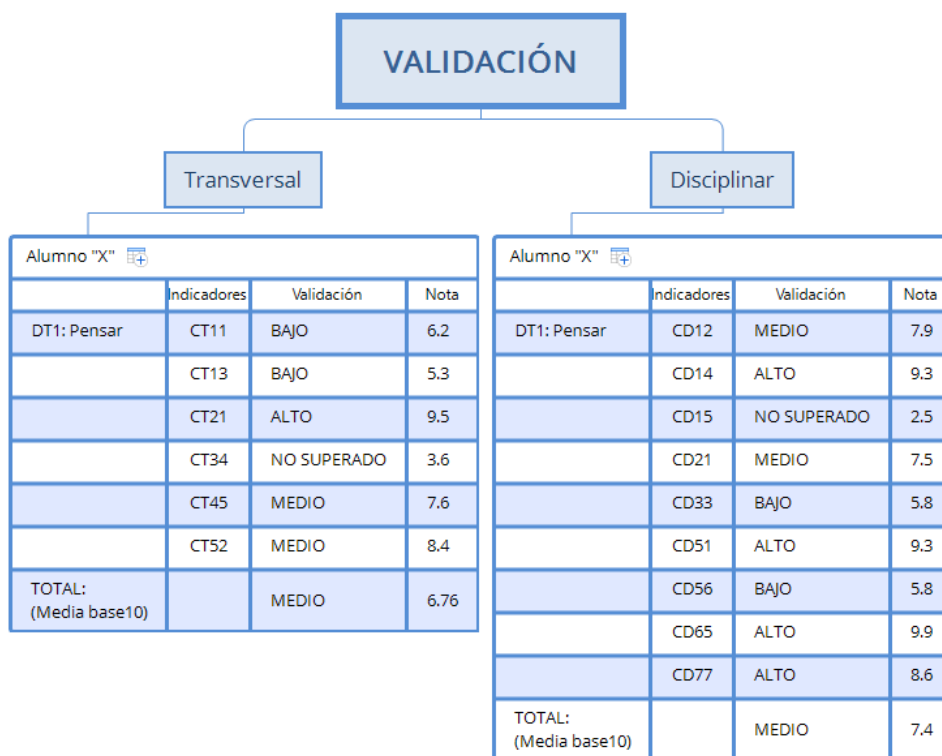
En la imagen 7.17, se puede observar un ejemplo de aplicación. En la etapa de comprender se elige 6 competencias transversales y 9 disciplinares que serán validadas. A su vez de forma optativa, el docente podrá aplicar un valor numérico al indicador con el fin de obtener más resultados y una evaluación final.<sup>109</sup>

Como se puede observar, al igual que en el proceso tecnológico, la validación y la evaluación se realiza sobre el total de los indicadores elegidos en cada etapa. Esto es debido a la asignación de los pesos adjudicada.

La imagen 7.18, muestra un ejemplo de la proporcionalidad respecto al peso de la etapa proporcionada por el docente.

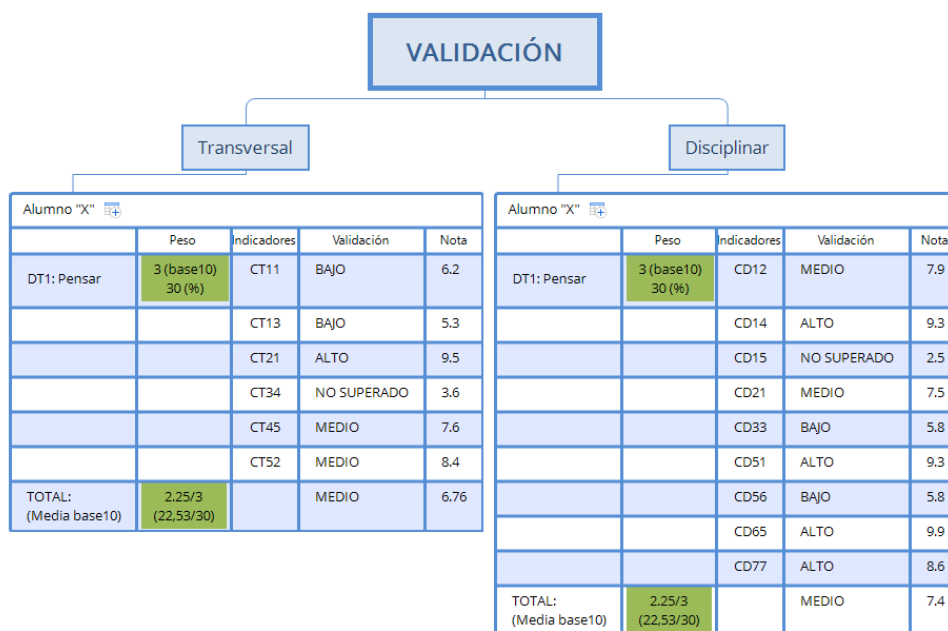
---

<sup>109</sup> Todos los casos prácticos realizados en esta investigación, además de ser validada se realizarán con una evaluación numérica. El fin de esta investigación es obtener resultados del proceso metodológico, más allá de obtener resultados evaluativos de una unidad didáctica o un caso de experimentación.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.17. Ejemplo de validación y asignación de notas en competencias básicas**



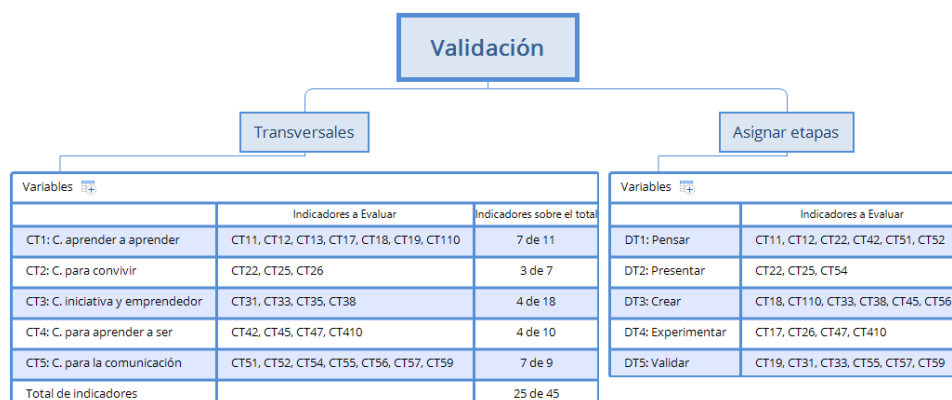
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.18. Ejemplo de validación y asignación de notas respecto peso de etapas**

### 7.4.3. Ejemplo completo de evaluación competencias básicas

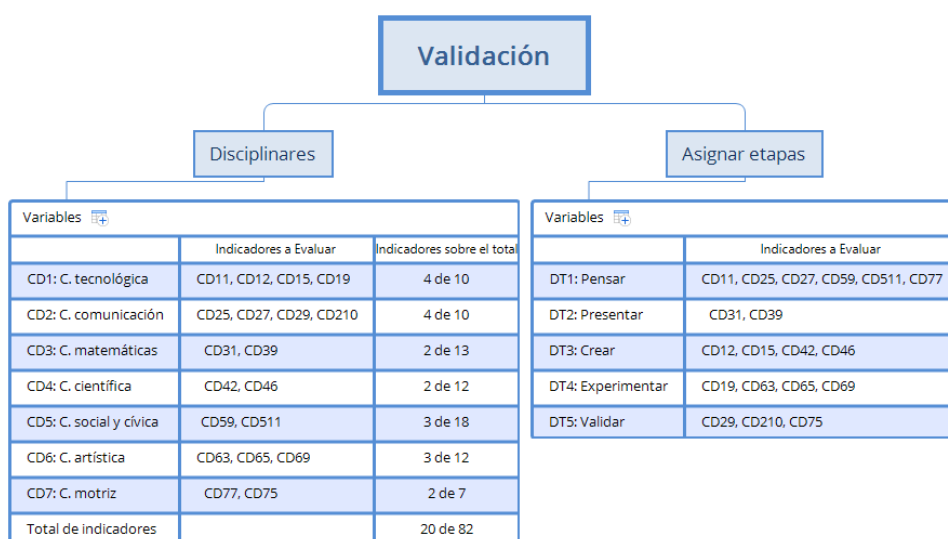
El docente en función del caso práctico a desarrollar elige las competencias transversales y disciplinares que se van a someter a validación y evaluación. Previamente a este paso, ya se conoce los pesos correspondientes a cada etapa de *design thinking* mostrada en la imagen 7.8. En la imagen 7.19 e imagen 7.20 se muestran el total de indicadores seleccionados y su totalidad.





Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.19. Ejemplo asignación indicadores competencias transversales**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.20. Ejemplo asignación indicadores competencias disciplinares**

Se realiza una evaluación de los indicadores propuestos en cada una de las etapas. El docente asigna a cada uno de ellos con una nota (de 1 a 10) que posteriormente será evaluada y validado sobre el total de los indicadores seleccionados en cada etapa.

En la imagen 7.21 se muestra un ejemplo de aplicación de los indicadores que han sido seleccionados por el docente:

- **Indicadores a evaluar:** indicadores elegidos para ser evaluados en base 10. Se aplican las notas de evaluación de 1 a 10. Todos los indicadores tienen el mismo peso de evaluación.
- **Validación:** Muestra el grado de validez alcanzado por el alumno en cada uno de los indicadores. En cada etapa se puede mostrar la media de validez conseguida.
- **Indicadores sobre el total:** se muestra el número de indicadores elegidos de cada variable. Se realiza una evaluación sobre el total de indicadores elegidos en cada etapa. Esta suma se forma para el cálculo de la nota en % y en base 10.
- **Evaluación indicadores:** muestra los cálculos realizados de los indicadores seleccionados; la nota sobre el total de indicadores, la media en % sobre la nota de los indicadores, la nota media de la variable en base 10 y el grado de validación alcanzado.

Prototipado de una herramienta de evaluación basada en el diseño

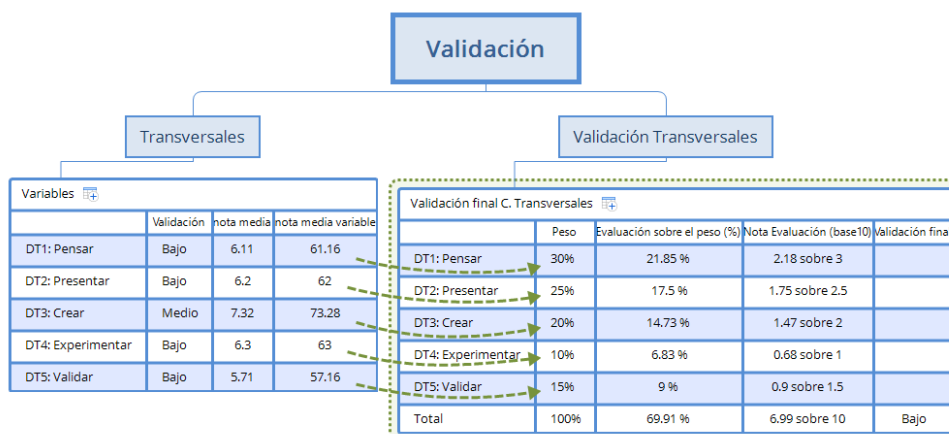
VALIDACIÓN C. TRANSVERSALES							
Etapas							
	Indicadores a Evaluar		Validación Indicadores		Indicadores sobre el total + (ED)	Evaluación indicadores	Validación final
DT1: Pensar	CT1...CTS		CT1		6 de 11 Evaluación sobre 60	Nota sobre 60: 36.70/60 media de la variable (%): 61.16 % nota media (base 10) : 6.11	BAJO
	Notas (sobre 10)		Validación Indicadores				
	CT11	5.6	CT11	BAJO			
	CT12	6.9	CT12	BAJO			
	CT22	8.7	CT13	ALTO			
	CT42	3.5	CT15	NO SUPERADO			
	CT51	9.9	CT17	ALTO			
CT52	2.1	CT19	NO SUPERADO				
DT2: Presentar	CT1...CTS		CT2		3 de 7 Evaluación sobre 30	Nota sobre 30: 18.60/30 media de la variable (%): 62 % nota media (base 10) : 6.2	BAJO
	Notas (sobre 10)		Validación Indicadores				
	CT22	8	CT22	MEDIO			
	CT25	6.7	CT25	BAJO			
DT3: Crear	CT3		CT3		7 de 18 Evaluación sobre 70	Nota sobre 70: 51.30/70 media de la variable (%): 73.28% nota (base 10) : 7.32	MEDIO
	Notas (sobre 10)		Validación Indicadores				
	CT18	9.8	CT31	ALTO			
	CT110	6	CT32	BAJO			
	CT33	9.3	CT33	ALTO			
	CT38	8.7	CT35	ALTO			
	CT45	8.2	CT36	MEDIO			
CT56	9.3	CT37	ALTO				
DT4: Experimentar	CT4		CT4		4 de 10 Evaluación sobre 40	Nota sobre 40: 25.20/40 media de la variable (%): 63 % nota media (base 10) : 6.3	BAJO
	Notas (sobre 10)		Validación Indicadores				
	CT17	3.5	CT42	NO SUPERADO			
	CT26	8.2	CT43	MEDIO			
	CT47	7.6	CT47	MEDIO			
CT410	5.9	CT410	BAJO				
DT5: Validar	CT5		CT5		6 de 9 Evaluación sobre 60	Nota sobre 60: 34.30/60 media de la variable (%): 57.16 % nota media (base 10): 5.71	BAJO
	Notas (sobre 10)		Validación Indicadores				
	CT19	7.8	CT51	MEDIO			
	CT31	6.7	CT53	MEDIO			
	CT33	5.2	CT54	BAJO			
	CT55	4.1	CT55	NO SUPERADO			
	CT57	5.3	CT57	BAJO			
CT59	5.2	CT59	BAJO				

Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen 7.21. Ejemplo validación de indicadores de competencias transversales

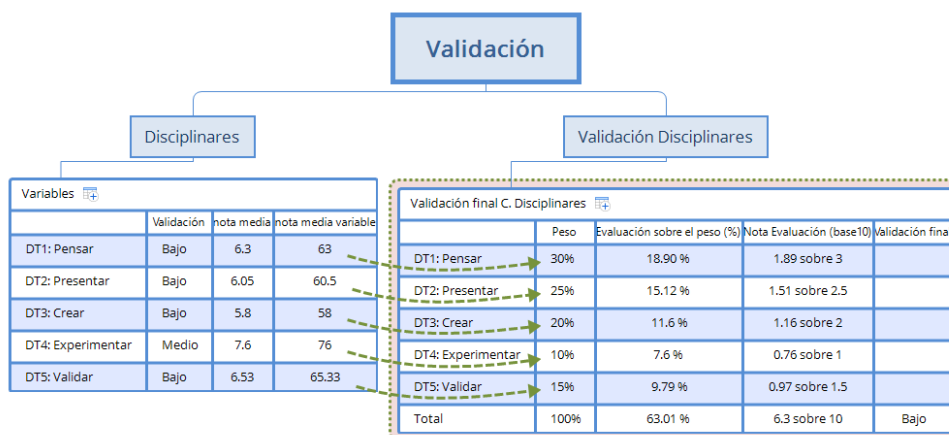
Una vez realizado la validación y obtenido la nota media (base10) en cada una de las etapas, se genera la nota media en % en las distintas variables con el fin de equiparar con las cifras de los pesos otorgados en las etapas.

En la imagen 7.23 (competencias transversales) e imagen 7.24 (competencias disciplinares) se representa la equivalencia de las competencias básicas en función del peso otorgado por el docente en cada etapa de *design thinking*.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.23. Ejemplo nota evaluación final en % y base10 competencias transversales**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.24. Ejemplo nota evaluación final en % y base10 competencias disciplinares**

Este proceso de evaluación a partir de los indicadores de logro propuestos por el plan Heziberri 2020, permite obtener resultados más allá logrados por los alumnos. Permite analizar datos relacionados con cada una de las competencias y ver en que etapas del diseño actúan de forma independiente.

#### 7.4.4. Otras evaluaciones

Una vez obtenida las validaciones y las evaluaciones de las competencias y con el fin de conseguir otros datos de información que ayude a mejorar el proceso metodológico de cada etapa, se realiza una programación de otras evaluaciones.

Al igual que en el proceso tecnológico, estas permiten obtener resultados del proceso a partir de los casos de estudio y experimentación.

Los pesos en cada etapa, ya vendrán asignados previamente por el docente para la realización de las distintas evaluaciones.

- ¿Cuántos indicadores he usado en cada etapa y el total?

Muestra el porcentaje de uso de indicadores de evaluación por cada etapa de diseño. La operación se realiza sobre el 100 % de indicadores de cada etapa.

En la imagen 7.25, se muestra un ejemplo de aplicación:<sup>110</sup>

Indicadores Transversales				Indicadores Disciplinarios			
Etapas	Peso	Indicadores utilizados	% indicadores utilizados	Etapas	Peso	Indicadores utilizados	% indicadores utilizados
DT1: Pensar	30%	6 de 45	13.33 %	DT1: Pensar	30%	6 de 82	7.31 %
DT2: Presentar	25%	3 de 45	6.66 %	DT2: Presentar	25%	2 de 82	2.43 %
DT3: Crear	20%	7 de 45	15.55 %	DT3: Crear	20%	4 de 82	4.87 %
DT4: Experimentar	10%	4 de 45	8.88 %	DT4: Experimentar	10%	4 de 82	4.87 %
DT5: Validar	15%	3 de 45	6.66 %	DT5: Validar	15%	3 de 82	3.65 %
TOTAL:		23 de 45	51.08%	TOTAL:		19 de 82	23.13 %

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.25. Ejemplos de número y % de indicadores utilizados en cada etapa y en total**

<sup>110</sup> Todos los ejemplos de aplicación de aquí en adelante se basan en los datos del ejercicio del anterior punto.

*Se ha usado el “X” % de indicadores de validación de competencias transversales y/o disciplinares en cada etapa correspondiente a design thinking.*

- *Mostrar que competencias han sido utilizadas en cada etapa de diseño*

Muestra el número de indicadores utilizados en cada etapa de diseño. En este caso de ejemplo solo se muestra la evaluación y la validación de un sujeto. A medida que se obtengan más experimentos de sujetos se pueden analizar otros datos estadísticos en cada etapa de diseño.

En el siguiente capítulo se analizarán experimentos y casos reales con muestras más grandes.

En la imagen 7.26 se puede observar el número de indicadores disciplinares de cada variable utilizadas en cada etapa de diseño.

**Validación**

Indicadores  
Disciplinares

Etapas		
	indicadores utilizados	Total indicadores utilizados
DT1: Pensar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	1 2 0 0 2 0 1
DT2: Presentar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	0 0 2 0 0 0 0
DT3: Crear	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	2 0 0 2 0 0 0
DT4: Experimentar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	1 0 0 0 0 3 0
DT5: Validar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	0 2 0 0 0 0 1
TOTAL:	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	4 de 10 4 de 10 2 de 13 2 de 12 3 de 18 3 de 12 2 de 7

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.26. Número de indicadores disciplinares utilizados de cada variable por etapas**

- Validación de las variables

Muestra el tipo de validación de cada variable. Con el conjunto de evaluación de varios sujetos se puede sacar información y datos estadísticos de la validación que se obtiene de cada competencia. Tanto de forma independiente como analizada individualmente.

En la imagen 7.27 se puede observar un ejemplo de aplicación donde se desglosa por etapas la validación obtenida y su total:



Validación

|

Indicadores Transversales

Etapas		
	indicadores utilizados	Validación indicadores
DT1: Pensar	CT1 C. aprender a aprender... CT2: C. para convivir CT3: C. iniciativa y emprendedor CT4: C. para aprender a ser CT5: C. para la comunicación	BAJO ALTO - NO SUPERADO BAJO
DT2: Presentar	CT1 C. aprender a aprender... CT2: C. para convivir CT3: C. iniciativa y emprendedor CT4: C. para aprender a ser CT5: C. para la comunicación	- MEDIO - - NO SUPERADO
DT3: Crear	CT1 C. aprender a aprender... CT2: C. para convivir CT3: C. iniciativa y emprendedor CT4: C. para aprender a ser CT5: C. para la comunicación	MEDIO - ALTO MEDIO ALTO
DT4: Experimentar	CT1 C. aprender a aprender... CT2: C. para convivir CT3: C. iniciativa y emprendedor CT4: C. para aprender a ser CT5: C. para la comunicación	NO SUPERADO MEDIO - BAJO -
DT5: Validar	CT1 C. aprender a aprender... CT2: C. para convivir CT3: C. iniciativa y emprendedor CT4: C. para aprender a ser CT5: C. para la comunicación	MEDIO - BAJO - NO SUPERADO
TOTAL:	CT1 C. aprender a aprender... CT2: C. para convivir CT3: C. iniciativa y emprendedor CT4: C. para aprender a ser CT5: C. para la comunicación	BAJO MEDIO MEDIO BAJO BAJO

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.27. Ejemplo validación indicadores de variables transversales por etapas y totales**

### 7.4.5. Descripción y denominación indicadores de competencias

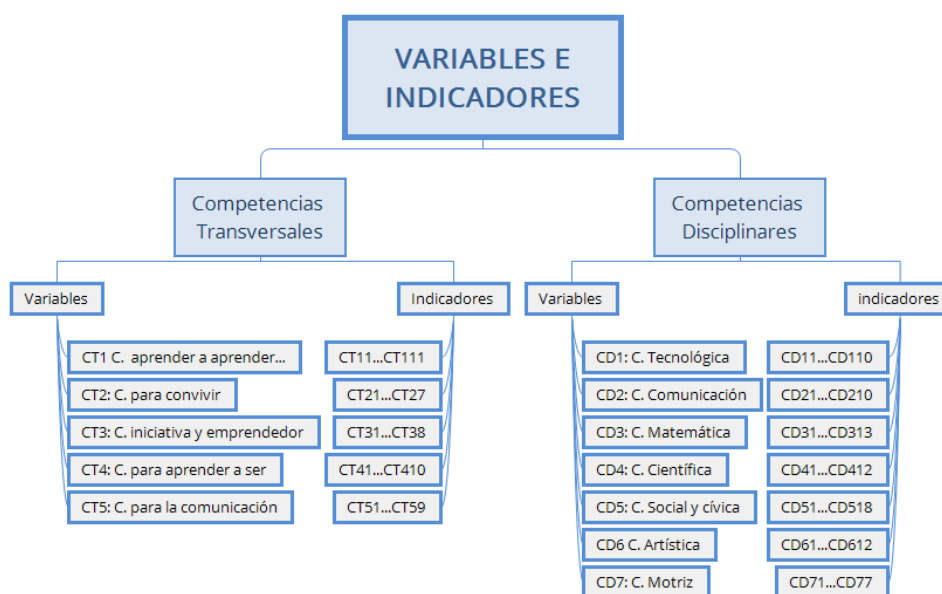
Según el plan Heziberri 20 se establecen unos criterios de evaluación de las competencias transversales y disciplinares mediante la superación de unos indicadores de logro. Como se ha citado anteriormente, estos deben ser superados por los alumnos bajo una denominación:

- No superado
- Bajo
- Medio
- Alto

A continuación, en el siguiente capítulo se desarrollarán los casos prácticos en un entorno de edad comprendido entre los 12 y 15-16 años (entre 1º y 4º ESO).

En la imagen 7.28, se muestra como quedan clasificados y ordenados todos los indicadores para ser validados en cada una de las etapas de diseño.

La tipología y la descripción de los indicadores transversales y disciplinares se puede encontrar en el Anexo VIII y Anexo IX respectivamente.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.28. Descripción indicadores competencias transversales y disciplinares**

## 7.5. Tablas evaluación plantilla

En la plantilla para la integración de un proceso tecnológico basado en *design thinking*, se establecen las descripciones y las variables que debe desarrollar y superar el alumno.

Para su integración en la ésta, de desarrolla unas tablas que serán evaluadas y validadas con la herramienta diseñada y las directrices desarrolladas anteriormente.

En la imagen 7.29 e imagen 7.30 se muestran las tablas de evaluación y validación que serán rellenadas por el tutor por cada caso de estudio de un alumno.

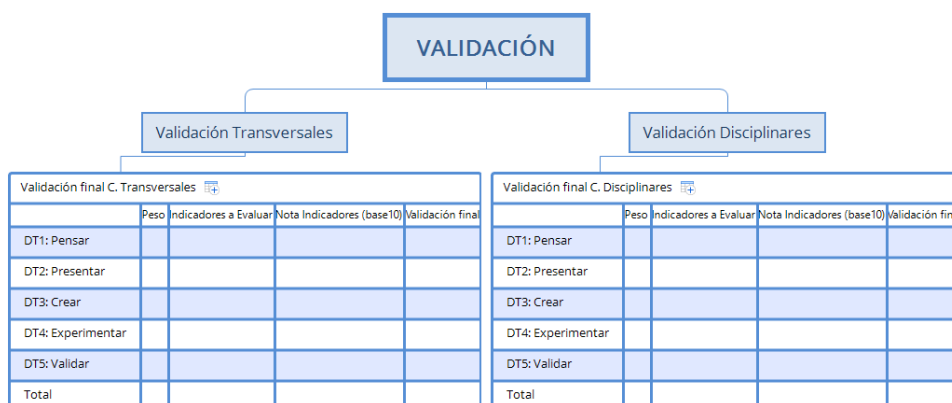
La herramienta de evaluación y validación está capacitada para:

- Generar una ficha identificativa del alumno
- Selección de todos los indicadores interesados a evaluar
- Aplicación de pesos y notas
- Cálculo de evaluaciones y validaciones
- Muestras de tablas y estadística
- Almacenaje de datos cada alumno en una base de datos

Etapas Design Thinking						
	Pesos	Indicadores a Evaluar	Nota Indicadores (base10)	Nota Media Variable	Evaluación sobre el peso (%)	Evaluación Final
DT1: Pensar						
DT2: Presentar						
DT3: Crear						
DT4: Experimentar						
DT5: Validar						
Evaluación Conjunto:						

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.29. Evaluación proceso tecnológico**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.30. Evaluación competencias básicas**

En el siguiente capítulo se establecen los criterios para el desarrollo de las experimentaciones y las correspondientes evaluaciones. Se desarrollarán casos prácticos desde distintas estrategias y uso de herramientas basadas en las nuevas tecnologías creativas. Se aplicarán pesos distintos dando mayor o menor importancia a las etapas.

## 7.6. Diseño herramienta de evaluación y validación.

Se diseña un software informático que esté capacitado para evaluar y validar toda la información relacionada con los indicadores de las competencias básicas y el proceso de diseño.

Se desarrolla un prototipo de aplicación informática en el que el docente pueda seleccionar y evaluar cada uno de los indicadores que componen las etapas de diseño y conseguir los datos necesarios que requiera.

Estos datos serán almacenados en un servidor y se podrán visualizar mediante un gestor de datos open source que permita crear dashboards personalizados y seleccionar rangos para posteriormente poder compartirse y almacenarse.

### 7.6.1. Prototipo de evaluación y generación de datos.

La herramienta ha sido diseñada mediante el sistema de programación Python versión 3 y Dockers basada en la estructura de la metodología planteada anteriormente.

La estructura de evaluación y validación de la herramienta, mantiene el mismo formato que se ha visto en la descripción de los puntos anteriores.

Los indicadores describen de manera cualitativa y cuantitativa el conjunto de aspectos que el alumnado debe dominar en relación a las competencias básicas y proceso tecnológico.

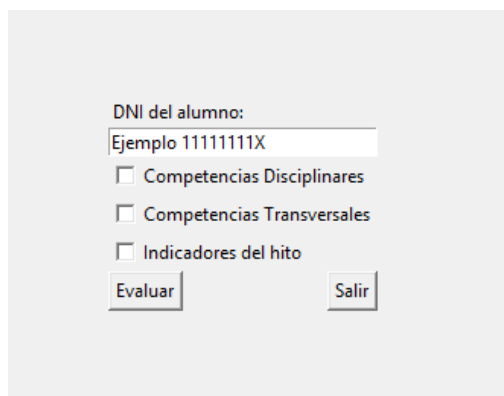
La denominación de los indicadores dentro del prototipo de la herramienta queda indicada en cada variable de la siguiente manera (imagen 7.5.):

- Etapas proceso tecnológico basado en *design thinking*: “H”<sup>111</sup>
- Indicadores tecnológicos: “P”
- Competencias transversales: “T”
- Competencias disciplinares: “D”
- Otros indicadores de evaluación (propuesta docente): “E”

Cada indicador adquiere una denominación identificativa con el fin de proporcionar datos y estadísticas de manera independiente. Cada uno de ellos podrá ser seleccionado para ser evaluado y/o validado en función de las necesidades que dicte el docente, el ejercicio o el problema a tratar.

Como se puede observar en la imagen 7.31, la estructura de la herramienta se compone de tres fases evaluables:

- Competencias disciplinares
- Competencias transversales
- Indicadores de etapas *design thinking*



DNI del alumno:  
Ejemplo 11111111X  
 Competencias Disciplinares  
 Competencias Transversales  
 Indicadores del hito  
Evaluar Salir

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.31. Esquema herramienta de evaluación y validación**

---

<sup>111</sup> Solo en este prototipo de herramienta de validación y evaluación se hace referencia a las etapas del proceso tecnológico basado en el design thinking como *Hitos del diseño* (H). De acuerdo a la investigación y desarrollo metodológico siempre se hará referencia como *proceso tecnológico basado en design thinking*.

El docente podrá seleccionar que indicadores de cada fase podrá evaluar de cada alumno. Como se puede observar permite introducir el número de identidad o el propio nombre del alumno.

Como se puede ver en la imagen 7.32, se ha introducido un ejemplo ficticio bajo el nombre de Jaime Ruiz para realizar una evaluación de los indicadores perteneciente a las etapas de *design thinking*.

Evaluación del alumno Jaime Ruiz

Hito: H

Eta: H1

Indicador: P11	0.00	↔
Indicador: P110	0.00	↔
Indicador: P111	0.00	↔
Indicador: P112	0.00	↔
Indicador: P113	0.00	↔
Indicador: P114	0.00	↔
Indicador: P115	0.00	↔
Indicador: P116	0.00	↔
Indicador: P117	0.00	↔
Indicador: P118	0.00	↔
Indicador: P119	0.00	↔

Eta: H2

Indicador: P21	0.00	↔
Indicador: P210	0.00	↔
Indicador: P211	0.00	↔
Indicador: P212	0.00	↔
Indicador: P213	0.00	↔
Indicador: P214	0.00	↔
Indicador: P215	0.00	↔

Valora la necesidad de ahorro energético y tratamiento de los residuos.

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.32. Esquema evaluación proceso tecnológico**

El docente a la hora de realizar la unidad didáctica bajo la nueva metodología, ha seleccionado que indicadores son los evaluables en cada etapa de diseño. En la imagen 7.33 se observa un ejemplo de aplicación de notas numéricas en cada indicador seleccionado.

🔍 Evaluación del alumno Jaime Ruiz

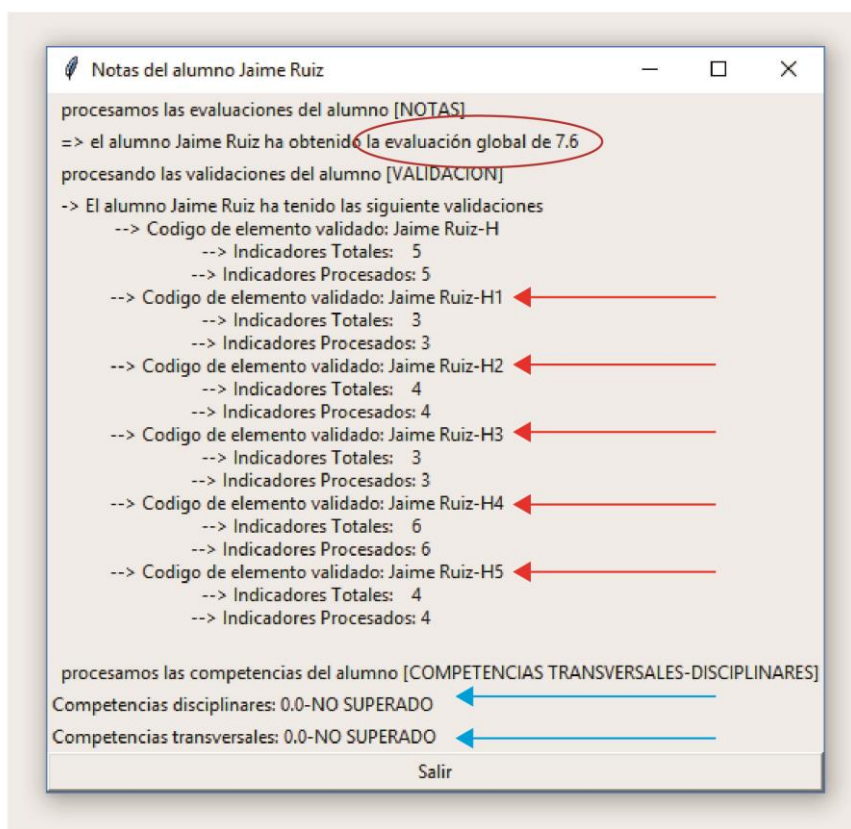
Indicador: P313	0.00	📄
Indicador: P314	0.00	📄
Indicador: P315	0.00	📄
Indicador: P316	0.00	📄
Indicador: P32	0.00	📄
Indicador: P33	0.00	📄
Indicador: P34	0.00	📄
Indicador: P35	6.35	📄
Indicador: P36	0.00	📄
Indicador: P37	8.98	📄
Indicador: P38	0.00	📄
Indicador: P39	8.56	📄
Etapa: H4		
Indicador: P41	5.89	📄
Indicador: P410	0.00	📄
Indicador: P411	6.36	📄
Indicador: P412	8.75	📄
Indicador: P413	9.65	📄
Indicador: P414	8.65	📄
Indicador: P415	0.00	📄
Indicador: P42	0.00	📄
Indicador: P43	0.00	📄
Indicador: P44	0.00	📄
Indicador: P45	0.00	📄
Indicador: P46	5.68	📄
Indicador: P47	0.00	📄
Indicador: P48	0.00	📄
Indicador: P49	0.00	📄
Etapa: H5		
Indicador: P51	0.00	📄
Indicador: P510	0.00	📄
Indicador: P511	8.54	📄
Indicador: P512	9.65	📄
Indicador: P513	7.61	📄
Indicador: P514	0.00	📄
Indicador: P515	4.54	📄
Indicador: P516	0.00	📄
Indicador: P517	0.00	📄
Indicador: P518	0.00	📄
Indicador: P52	0.00	📄
Indicador: P53	0.00	📄
Indicador: P54	0.00	📄
Indicador: P55	0.00	📄
Indicador: P56	0.00	📄
Indicador: P57	0.00	📄
Indicador: P58	0.00	📄
Indicador: P59	0.00	📄

Evaluar ← EVALUAR

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.33. Esquema evaluación proceso tecnológico**

Una vez introducidos los valores numéricos de cada indicador, se realiza la evaluación. Automáticamente la herramienta proporciona todos los datos que hemos generado. En la imagen 7.34 se puede observar la tabla que genera dichos datos.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.34. Cuadro de evaluación**

Se puede observar que muestra la nota final de la evaluación del proceso, así como el número de indicadores que han sido seleccionados y evaluados (en rojo).

Para las competencias disciplinares y transversales, se realizaría con el mismo procedimiento. Se seleccionaría en la herramienta la evaluación de las competencias, se seleccionarían los indicadores a evaluar y finalmente obtendríamos la nota final de cada uno de los alumnos.

En este caso de ejemplo se ha obtenido en las competencias un “NO SUPERADO” ya que estas no han sido evaluadas (en azul).

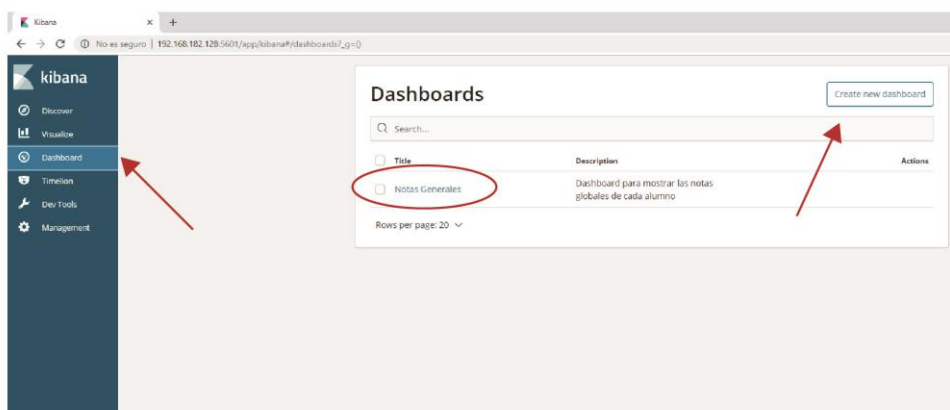
Toda esta información de cada alumno queda registrada y almacenada en un servidor. Esta puede ser tratada y visualizada desde un programa opensource para gestionar y visualizar datos estadísticos y graficas con el fin de optimizar el proceso.



### 7.6.2. Prototipo de visualización y almacenamiento de datos.

Para esta investigación se ha utilizado el programa en código abierto denominado Kibana. Este, permite y proporciona capacidades de visualización sobre el contenido que se ha generado anteriormente desde cualquier ordenador o dispositivo móvil en cualquier parte del mundo.

Como se puede observar en la imagen 7.35, se crea un dashboard para visualizar el contenido generado en la evaluación anterior. En este ejemplo se visualiza “notas generales”. Este el archivo que se ha generado para observar la evaluación obtenida y como queda registrada mediante Kibana.



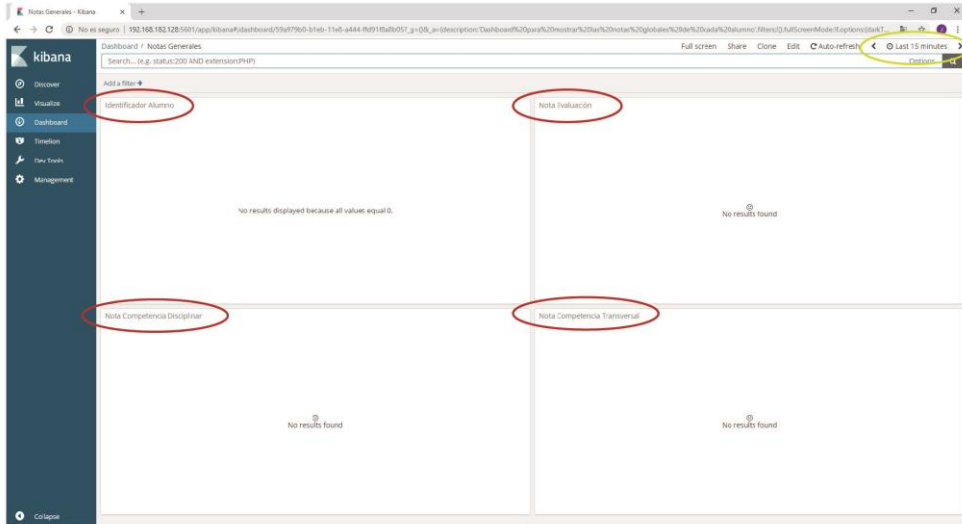
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 9.35. Presentación Kibana inicio**

Mediante Kibana se puede visualizar todos los datos y rangos que se quiera mientras hayan sido programados previamente mediante Python. A modo recordatorios en el capítulo 7.3.4 y capítulo 7.4.4 se describen otras evaluaciones y validaciones que han sido programadas para la herramienta.

En la imagen 7.36 se visualiza el ejemplo de “notas generales”. Para este caso de ha seleccionado para su visualización los siguientes criterios (en rojo):

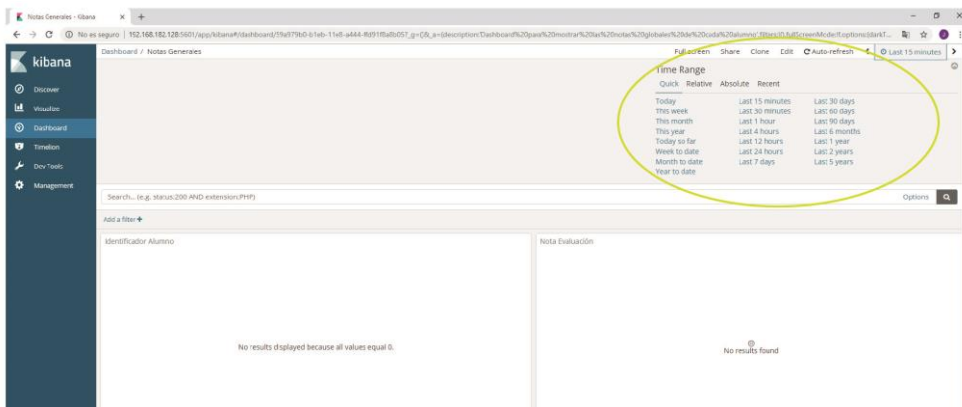
- Identificador alumno
- Nota evaluación
- Nota competencia disciplinar
- Nota competencia transversal



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.36. Elementos a visualizar Kibana**

Esta aplicación permite guardar en el servidor todos los datos introducidos de manera automática y no permite ningún cambio en la evaluación. Como se puede observar en la imagen 7.37 y en la anterior (en verde), se puede ver todas las estadísticas y datos introducidos en cada alumno desde el último instante hasta hace 5 años.

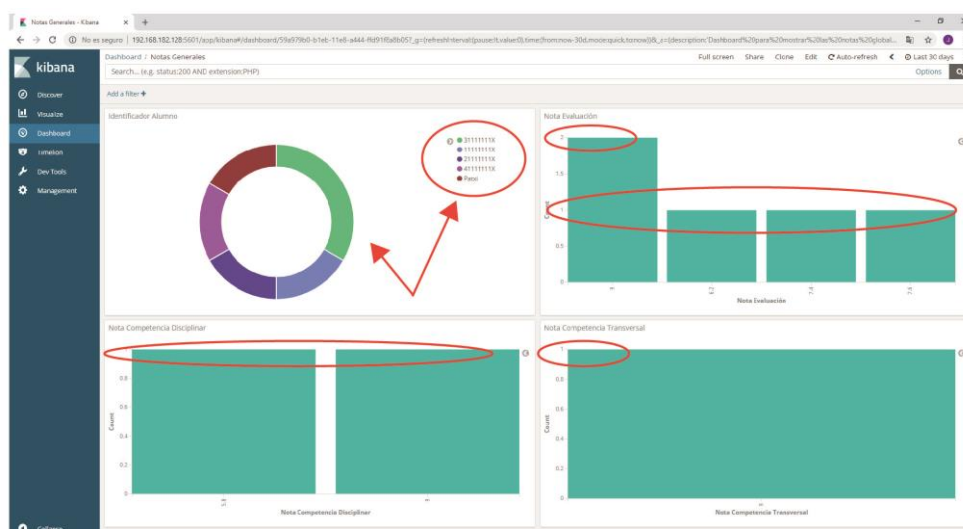


Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.37. Línea temporal de visualización de datos en Kibana**

Este sistema permite el almacenamiento de todos los datos registrados a lo largo del tiempo si que puedan ser modificados. Convierte así la herramienta en un sistema seguro frente a cualquier alteración de las notas o registros indeseados.

En la imagen 7.38 se muestra un ejemplo de aplicación con alumnos y queda registrado en el sistema. El registro y visualización se hace automática e instantáneamente según se realiza la acción de “evaluar” (imagen 7.38).

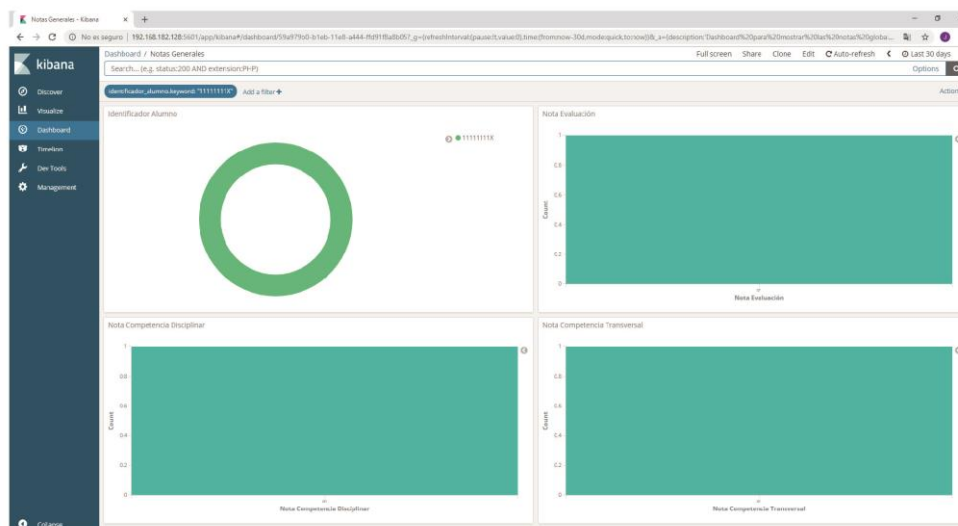


Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.38. Ejemplo aplicación en Kibana**

En este ejemplo de aplicación interesa visualizar en numero de alumnos que han tenido una nota determinada. Si se observa el apartado “nota evaluación”, son dos alumnos los que han tenido una calificación de 9 y uno con 6,2, otro con 7.4 y el último con 7.6. Del mismo modo para las competencias. En las disciplinares sólo se han evaluado a dos alumnos y en las transversales a un alumno.

En la imagen 7.39 se puede observar que se puede acceder a un alumno y ver su evaluación. Y de este modo con todos los alumnos.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 7.39. Ejemplo aplicación en Kibana con un alumno**

### 7.6.3. Pruebas y consideraciones

Esta herramienta se considera un prototipo inicial de evaluación de indicadores para la obtención de una evaluación final y de todos los posibles datos que hayan sido programados anteriormente.

Esta ha sido diseñada como una herramienta TIC que facilite al docente la evaluación, ya que se manejan muchos datos a través de los indicadores a tener en cuenta y estos no quedan registrados de forma digital.

Esta permite almacenar todos los datos y quedar registrado de forma permanente sin ser alterados en el tiempo. En esta investigación se ha desarrollado como un prototipo para facilitar tiempos de evaluación y sacar datos estadísticos para analizar la creatividad y uso de las herramientas tecnológicas en las distintas etapas.

En los siguientes casos prácticos se utiliza esta herramienta como un segundo medio que permita certificar los datos obtenidos.

Para esta investigación, se considera como un prototipo inicial que se utilizará como un segundo medio que permita certificar los datos obtenidos en los casos prácticos que se muestran en los capítulos siguientes.

Esta herramienta muestra limitaciones, ya que para su correcto funcionamiento es necesario otras competencias, medios y profesionales que van más allá de esta investigación.

# Capítulo 8

## Casos prácticos.

## Resultados.

### *Caso Práctico 1.*

#### **CP.1.1. Diseño y puesta a punto de herramienta de evaluación.**

##### ***CP.1.1.1. Introducción.***

El estudio piloto es el primer caso práctico de tres experimentos que se van llevar a la práctica para estudiar y comprobar la fiabilidad de la herramienta desarrollada en el capítulo anterior.

Desde un punto de vista generalizado se estudiará el impacto de estas herramientas tecnológicas creativas a partir de un proceso tecnológico basado en el *design thinking* y como interactúan las distintas competencias disciplinares y transversales a través de la herramienta de evaluación y validación.

De forma paralela, esta experimentación también busca y detecta fallos en el desarrollo de la unidad didáctica, en el proceso de diseño, la duración del caso práctico, la elección de los indicadores de evaluación etc.

Por primera vez se trata de poner en marcha la *plantilla* para el desarrollo del proyecto y la herramienta, para la evaluación. A su vez, observar su complejidad y viabilidad por parte de los docentes que llevarán a cabo dicho proceso.

Por último, es de considerar que más allá del desarrollo, la valoración estética y el resultado final del alumno, este estudio se centra en el caso de experimentación de la plantilla y el método de evaluación y validación y como se pueden conseguir resultados cuantitativos para la investigación.

### **CP.1.1.2. Muestra.**

Al ser la primera experiencia que se va a realizar se trabaja con una muestra más pequeña de lo que interesa que en los casos siguientes.

Se trabajará con 26 niños con una media de edad comprendida entre 12 y 13 años, siendo la mitad niñas y la otra mitad niños.

Este estudio se realiza fuera del horario escolar, pero con los condicionantes que marca el sistema curricular reglado en cuanto a tipo de docente, metodología de desarrollo y evaluación.

Esto es debido a que los tiempos en horario escolar para realizar el contenido didáctico es muy reducido. Por ello, quedan excluidos para su participación en horario curricular. Pero a su vez, en su mayoría, abiertos a la disponibilidad de niños en un horario extra-escolar.

Las sesiones serán dirigidas por un profesional y profesor con conocimientos en nuevas tecnologías y habiendo recibido la formación necesaria para llevar a cabo un proyecto bajo la metodología DiTec.

### **CP.1.1.3. Procedimiento.**

Para llevar a cabo este caso práctico se va a desarrollar a parte iguales de evaluación las distintas etapas que componen el proceso tecnológico basado en *design thinking*. Los alumnos deberán trabajar en las 5 etapas:

- Pensar
- Presentar
- Crear
- Experimentar
- Validar

Para ello, el profesor ha propuesto un tema actual y que está presente de una forma generalizada en las competencias transversales y disciplinares. El tema propuesto es la energía renovable. Los alumnos deberán documentar, idear y desarrollar un producto cumpliendo los objetivos que marcan el logro mediante la evaluación.

En la Imagen CP.1.1 queda definida por parte del docente la *plantilla* donde se define la metodología curricular y el proceso tecnológico basado en *design thinking*.

A- METODOLOGÍA CURRICULAR

· **COMPRENDER Y DEFINIR PROBLEMA**

El cambio climático ha traído consigo muchos avances tecnológicos para intentar terminar con este problema. Cada día es más común encontrarse con hogares o fábricas cuya energía proviene de un generador totalmente "Eco-friendly", el cual suministra de una forma muy poco contaminante toda la potencia necesaria para mantener el lugar.

· **DISEÑO:**

Individual	Grupo	Estrategia
	X	Proceso tecnológico basado en design thinking

**Herramientas**

- 2 Servomotores, 1 placa Arduino, 9 diodos LED (rojo, verde, amarillo), 1 protoboard, cables macho-hembra (varios)
- Mblock, ordenador, ratón

· **IDEAR Y PROTOTIPAR**

**Resolución de problema**

En un pueblo de Tenerife se quieren implementar nuevas formas para suministrar energía a todas las viviendas, haciendo uso de los recursos naturales que hay en la zona (tiempo, temperatura, habitantes, medios naturales, climatología, etc.).

**Representar solución**

Se debe estudiar y documentar el método más viable y eficaz que haya, con el cual se pueda generar energía suficiente como para mantener medio centenar de viviendas.

· **EVALUAR**

**Tarea**

Idear, programar y construir, haciendo uso de los componentes y sensores utilizados en clase una maqueta del producto para generar la energía estudiada. También debe idear y desarrollar algún tipo de señalización con el nivel de carga de energía.

**Objetivos**

- Reconocer diferentes métodos de suministro de energía, para realizar una decisión adecuada
- Investigar y conocer sobre los sistemas de suministro de energía
- Aprender a realizar una programación para simular el funcionamiento de unos paneles fotovoltaicos
- Implementar nuevos conocimientos sobre los sensores al alumno
- Adquirir un mejor dominio del lenguaje de programación
- Reconocer las distintas etapas que componen el proceso de diseño de un producto

Competencias Básicas	Competencias Transversales
Se muestran en el apartado evaluación.	Se muestran en el apartado evaluación.

B- PROCESO TECNOLÓGICO BASADO EN DESIGN THINKING	
· PENSAR:	
Comprender	Herramientas TIC
Investigar y documentar los distintas partes que componen el producto. Sintetizar la información e interpretar cuales son los elementos que san solucion a los problemas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Búsqueda en Google o cualquier buscador online</li> <li>· Búsqueda en plataformas o bibliotecas online</li> </ul>
· PRESENTAR	
Definir	Software
A partir de la documentación investigada y almacenada, idear una torre de energía con dos placas solares, la cual señalice de una forma visual el nivel de carga energética con el que cuenta en ese momento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mblock</li> <li>· Scrach</li> </ul>
· CREAR	
Idear	Hardware
Plantear distintos modelos de la idea que se tiene, añadiendo complementos extra en cada uno de ellos para acercarnos a la solución del problema e identificar las variables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ordenador</li> <li>· Placa Arduino</li> <li>· Servomotor</li> <li>· Cableado</li> <li>· Protoboard</li> </ul>
· EXPERIMENTAR:	
Prototipar	Utillaje
Construir y validar el correcto funcionamiento del producto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ordenador</li> <li>· Placa Arduino</li> <li>· Servomotor</li> <li>· Cableado</li> <li>· Protoboard</li> </ul>
· VALIDAR:	
Evaluar	Autoevaluación
Realizar una presentación del proyecto explicando los pasos y decisiones tomadas en cada etapa que han dado a la solución del producto final.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Google drive</li> <li>· Google Classroom</li> <li>· Kahoot</li> </ul>

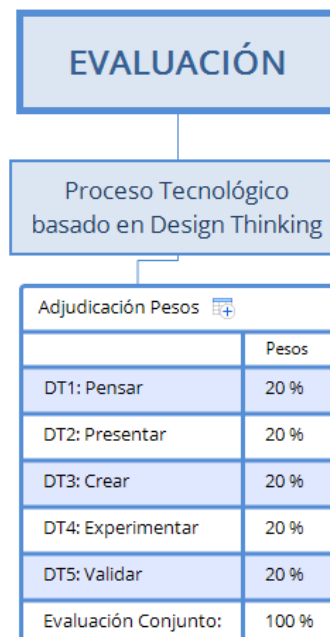
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.1. Plantilla caso de estudio 1**



#### CP.1.1.4. Evaluación.

Una vez que el profesor establece la descripción de la plantilla curricular y el ejercicio a realizar, indica el porcentaje de pesos que adquiere cada etapa del proceso. En este caso de estudio se va a realizar con porcentajes iguales, es decir cada etapa de diseño se evaluará con el mismo porcentaje de peso. En la Imagen CP.1.2 se puede observar los pesos adjudicados:



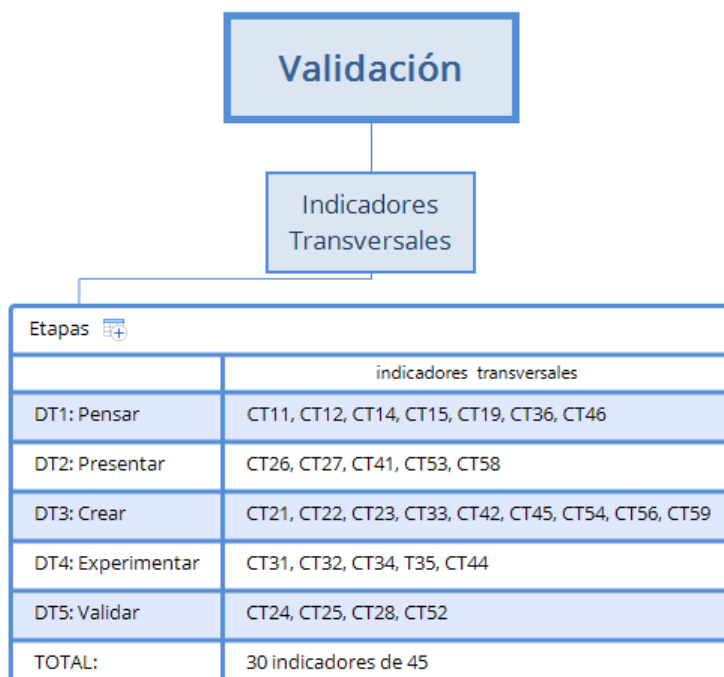
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.2. Adjudicación pesos de evaluación**

A continuación, el docente establece cuales son las variables e indicadores que se van a utilizar para el proceso de evaluación y validación de la unidad didáctica a través de la herramienta diseñada.

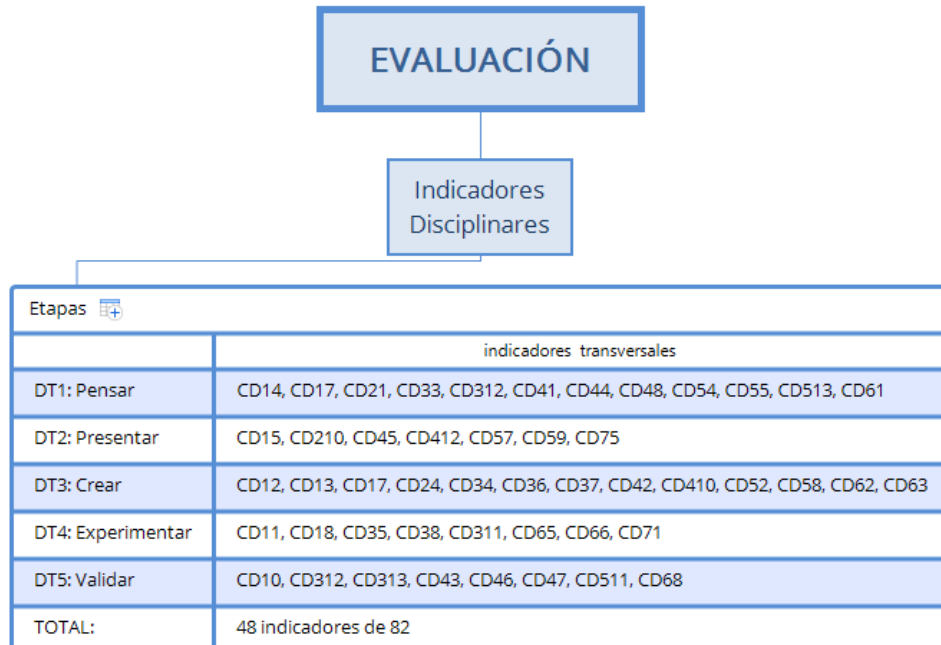
Para este caso de experimentación se han añadido los indicadores que se han considerado. No solo para la realización de la temática, sino que además para la obtención de otros resultados de carácter cuantitativo, útiles para la obtención de resultados de investigación.

De acuerdo con los indicadores de las competencias transversales y disciplinares descritos en el Anexo II y Anexo III respectivamente, en la Imagen CP.1.3 e Imagen CP.1.4 se muestran los siguientes:



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.3. Adjudicación competencias transversales**



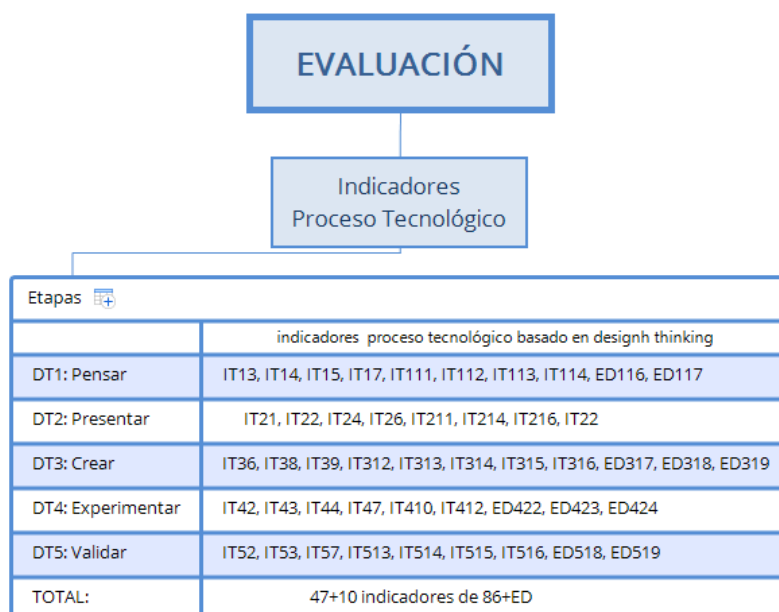
Fuente: Elaboración propia (2018)

#### Imagen CP.1.4. Adjudicación competencias disciplinares

Se establecen además los indicadores correspondientes al proceso tecnológico. Como se citó en el capítulo anterior estos indicadores son los que muestran la evaluación mediante una nota numérica del alumno.

A su vez el docente puede añadir nuevos indicadores de evaluación. En este caso piloto se añadirán nuevos para estudiar el uso de las nuevas tecnologías como herramienta educativa.

En la Imagen CP.1.5 se muestran los indicadores seleccionados y los añadidos para el estudio del caso piloto. En el anexo I se puede encontrar la descripción de cada uno de ellos:



Fuente: Elaboración propia (2018)

### Imagen CP.1.5. Adjudicación proceso tecnológico

Se describen los nuevos indicadores que van a ser evaluados en cada etapa:

· Pensar:

ED116: Genera criterios para evaluar ideas y contrarrestarlas posteriormente.

ED117: Trabaja adecuadamente con el software y motores de búsqueda de documentación.

· Presentar: Es este caso práctico no se genera ningún indicador para esta etapa.

· Crear:

ED317: Separa la generación de ideas con el área de evaluación de ideas

ED318: Crea un espacio de trabajo para desarrollar brainstorms y construir ideas.

ED319: Llegan a acuerdos en el grupo y reparte responsabilidades.

· Experimentar:

ED422: Utilizan con sentido los distintos actuadores y herramientas electrónicas como medio de experimentación y resolución de problemas.

ED423: Experimentan con los componentes electrónicos proporcionados para encontrar múltiples soluciones.

ED424: Evalúan alternativas de programación electrónica a través de la experimentación.

· Validar:

ED518: Comparan prototipos y programación electrónica y si es necesario, rediseña pasos previos.

ED519: Solicita feedback y opiniones sobre los prototipos y estructura de programación que han diseñado.

### **CP.1.2. Resumen caso práctico.**

Como se ha descrito en la definición del problema el cambio climático ha traído consigo muchos avances tecnológicos para intentar terminar o por lo menos frenar con este problema sensibilizando a las personas.

Las nuevas TIC han hecho posible contar de nuevas formas y difundir videos en la que los usuarios ya no solo ven y escuchan, sino que comparten con otras personas. Se crea así nuevos comportamientos y nuevas formas de entender aspectos sociales.

Para esta unidad didáctica se propone una serie de recursos y actividades que a través de un enfoque metodológico DiTec y el uso de nuevas herramientas tecnológicas los alumnos puedan hacer frente a un proceso de diseño para la búsqueda de soluciones.

A continuación, se resume el caso práctico por etapas siguiendo un proceso tecnológico basado en *design thinking*:

#### **CP.1.2.1. Pensar.**

El docente aporta mediante fichas y soportes en la nube material didáctico para que el estudiante adquiera conocimiento. Se produce una empatía dentro del grupo ya que posibilita identificarse con otras personas o compañeros y entender sus sentimientos y la forma de pensar. De esta manera comprender la finalidad del proyecto de una manera grupal y de distintas perspectivas.

Para este caso piloto, el profesor elige un medio de comunicación entre distintos grupos a través del ordenador con la intención de fomentar las competencias digitales, tecnológicas y de comunicación en otro idioma.

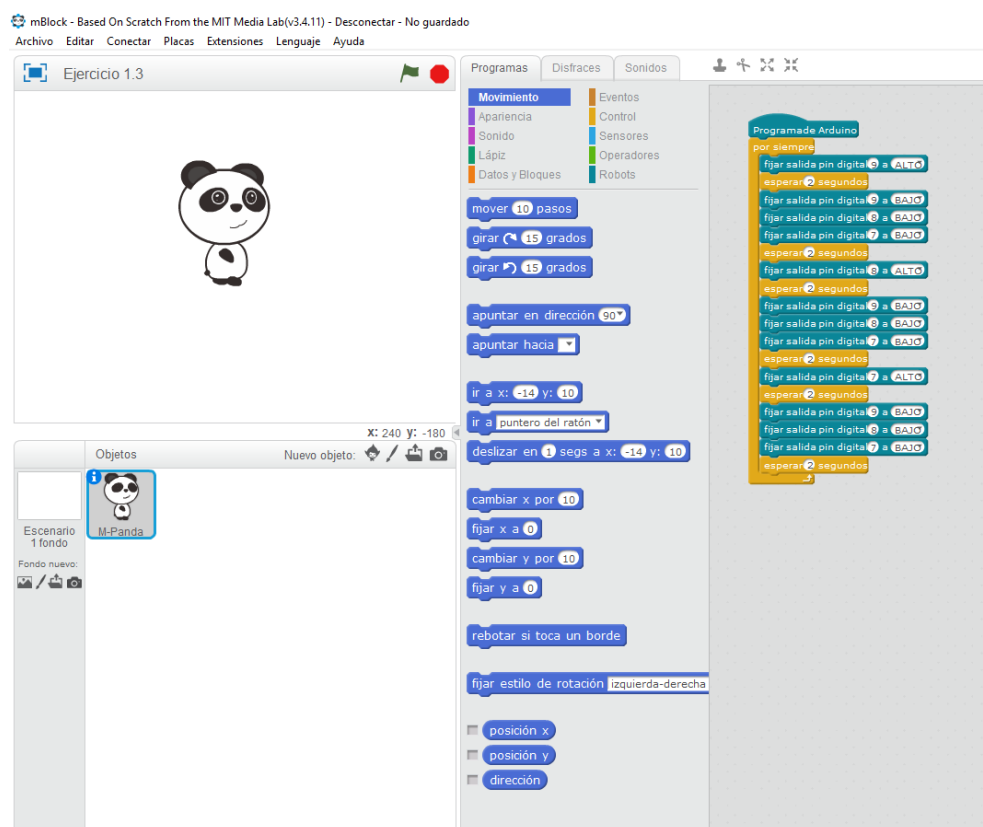
Los alumnos almacenan documentación que posteriormente la analizan y la almacenan en la nube. Realizan un análisis de la necesidad del problema y comienzan a elaborar las primeras ideas que puedan inducir el camino a la solución.

No se descarta ninguna, adquieren habilidades en el uso de la herramienta digital y los motores de búsqueda, tanto por internet como por bibliotecas digitales.

### CP.1.2.2. *Presentar.*

El profesor entrega a los alumnos los recursos necesarios para la creación y generación de ideas. Se explica el uso del software de programación que se va a utilizar y se desarrollan una serie de ejercicios para entender su funcionamiento.

Los alumnos proponen sus propios ejercicios y comienzan a idear pequeñas propuestas de cara al caso práctico. En la Imagen CP.1.6 se muestra un ejemplo del software y parte de la programación de un ejercicio que están ideando.



Fuente: Elaboración propia (2018)

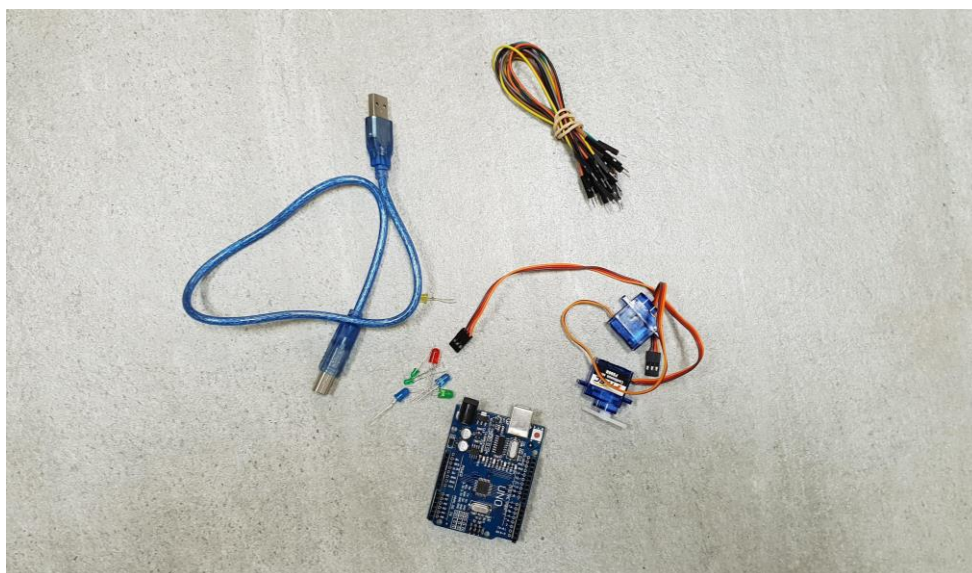
Imagen CP.1.6. Ideación y propuesta de ejercicios mediante mBlock.

En este caso se está programando la secuencia de los diodos LED. El fin de esta etapa es encontrar distintas soluciones sin ser la definitiva y a la vez dominar y entender el sistema de programación.

### **CP.1.2.3. Crear.**

En esta etapa los alumnos comienzan a generar a través de dibujos, maquetas, prototipos las posibles soluciones finales. En este sentido, el profesor fomenta la experimentación a través de los componentes electrónicos y microprocesadores Arduino. El funcionamiento de estas herramientas favorece otras competencias como pueden ser las matemáticas, las ciencias y el arte.

En la Imagen CP.1.7 se puede observar las herramientas tecnológicas utilizadas.



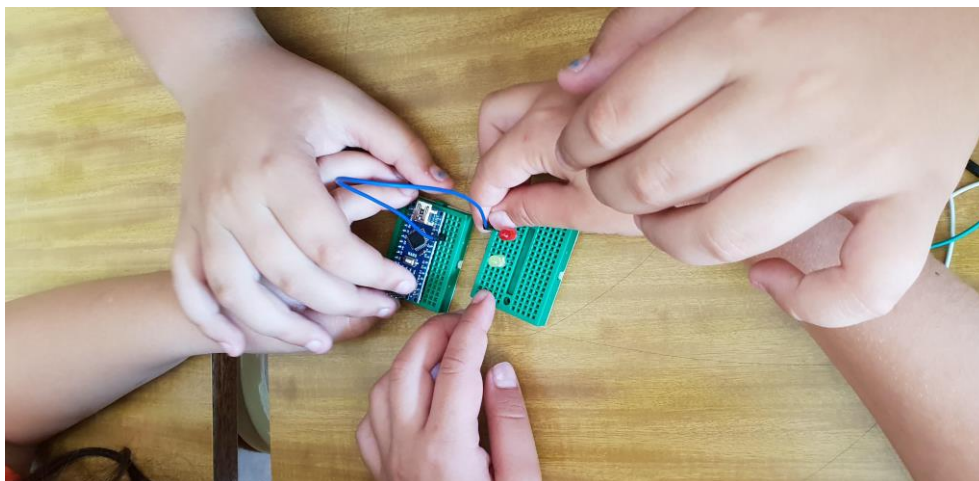
Fuente: Elaboración propia (2018)

### **Imagen CP.1.7. Herramientas electrónicas y microprocesador Arduino Uno.**

Se trata que los alumnos generen prototipos visuales mediante los componentes electrónicos LEDs mediante la programación que han propuesto en pasos anteriores.

En la Imagen CP.1.8 se puede observar como los niños interactúan con los cables, el Arduino y los diodos e idean un semáforo con los LED.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos con la muestra indicada anteriormente.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.8 Experimentación con Arduino Nano.**

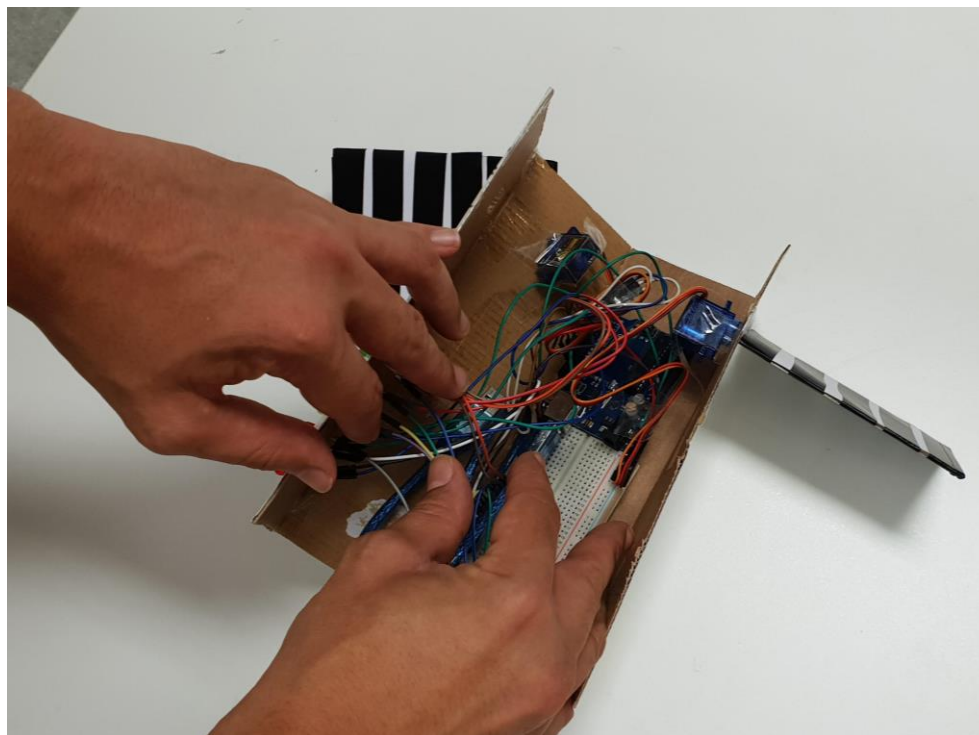
#### ***CP.1.2.4. Experimentar.***

Los alumnos toman la decisión del prototipo y la forma con la que se desarrolla el proyecto. Prepara el ejercicio para la validación y el correcto funcionamiento del producto ideado.

En esta etapa, ensambla todas las piezas que lo componen y se realizan distintas pruebas para verificar que todo funciona. Si no es así, todavía disponen de tiempo para volver a las etapas anteriores y ajustar posibles errores o mejoras.

En la Imagen CP.1.9 se puede observar a un alumno ensamblando los componentes electrónicos y el microprocesador con un módulo de cartón.





Fuente: Elaboración propia (2018)

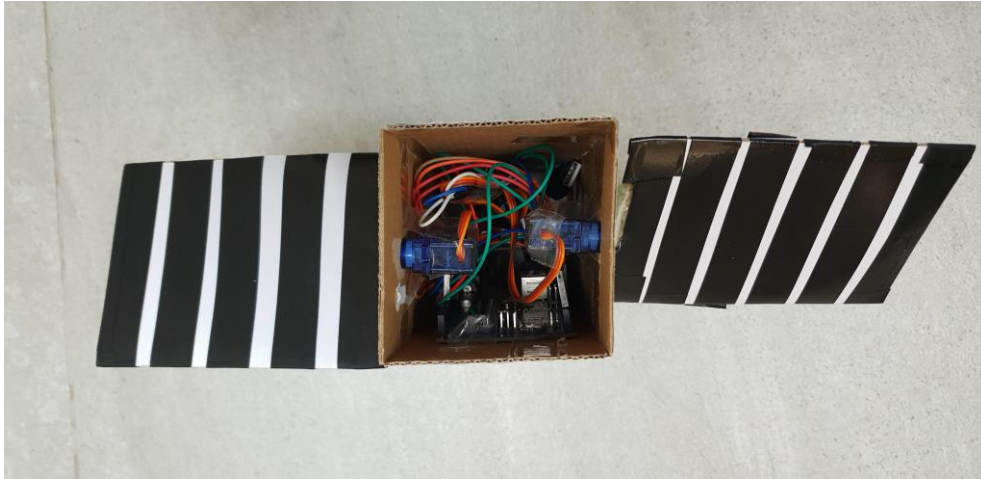
**Imagen CP.1.9. Ideación y propuesta de ejercicios mediante mBlock.**

#### ***CP.1.2.5. Validar.***

Una vez terminado el proyecto, el alumno está capacitado para la presentación y divulgación del ejercicio. Para realizar y compartir los conocimientos adquiridos y experimentados hay que enfocarlo desde una perspectiva crítica del resultado obtenido.

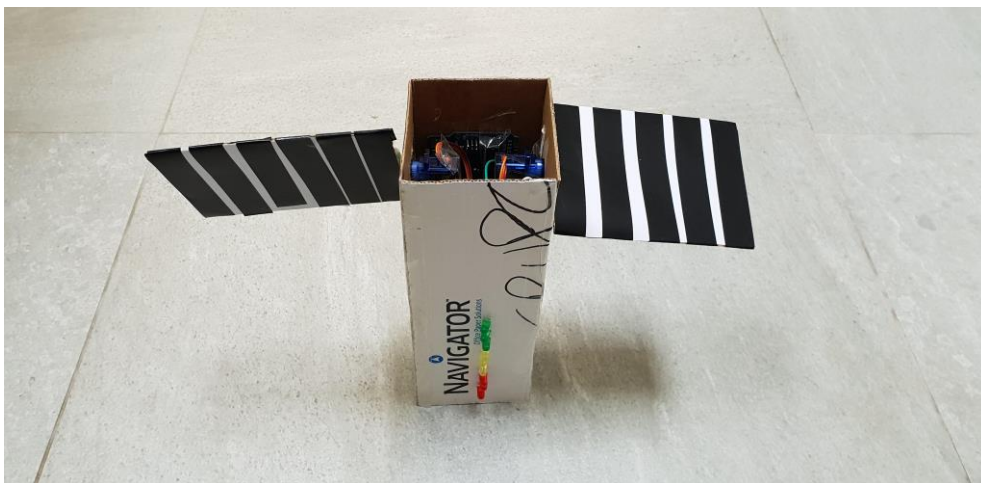
Se establece conexiones con otros grupos de trabajo y se realiza una evaluación y auto-evaluación del proceso. Se genera conexiones de empatía y opiniones de como se ha ideado y creado el mismo proyecto, pero de otra manera.

En la Imagen CP.1.10 e Imagen CP.1.11 se muestra dos perspectivas del ejercicio terminado y presentado.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.10. Presentación producto finalizado. Vista interior.**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.11. Presentación producto finalizado.**

### CP.1.3. Resultado proceso tecnológico basado en *design thinking*.

El caso práctico ha permitido la puesta en práctica de la metodología DiTec y comprobar la viabilidad de la herramienta de evaluación y validación para futuros casos.

Desde el punto de vista cuantitativo se puede analizar y deducir resultados de cada una de las etapas que componen el proceso de diseño y realizar una evaluación numérica de cada niño que ha participado en la muestra.

A modo resumen se va a analizar los siguientes resultados:

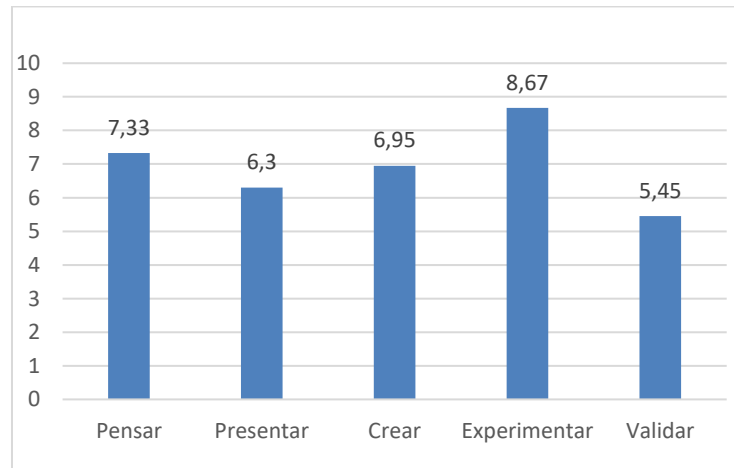
- Evaluación proceso tecnológico
- Validación competencias transversales y disciplinares
- Análisis multidisciplinar. Una aproximación al proceso STEAM.

Los resultados de este caso piloto es la validación de la metodología y la herramienta para posteriormente la generación de dos nuevos casos práctico que permita un estudio y análisis desde el punto de vista creativo-diseño (metodológico) y desde el uso de las nuevas herramientas tecnológicas.

#### CP.1.3.1. *Evaluación etapas del proceso tecnológico basado en design thinking.*

Se realiza una evaluación del proceso tecnológico mediante la media del 100 % de la muestra. En cada una de las etapas se evalúa el uso de las nuevas tecnologías dentro del proceso creativo.

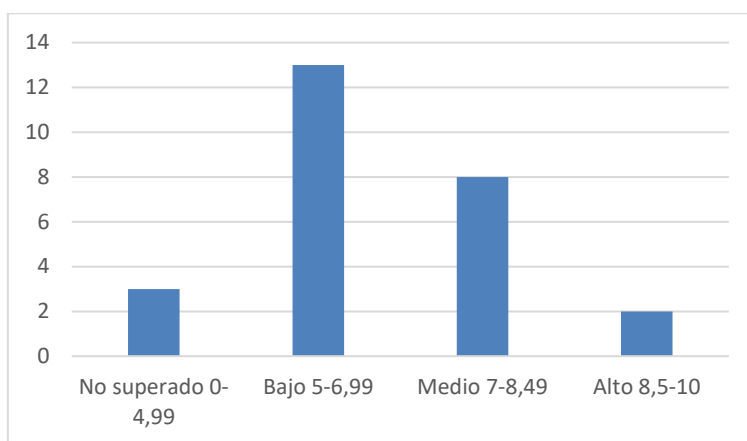
En la Imagen CP.1.12 se observa un aumento significativo de la nota media en la etapa de experimentación.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.12. Nota media proceso tecnológico**

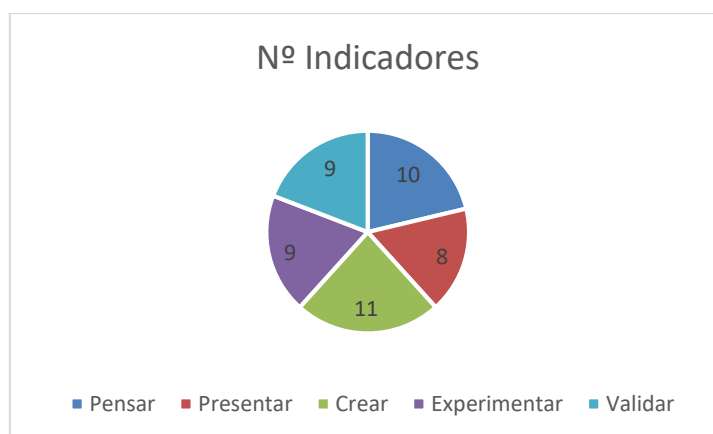
En la Imagen CP.1.13 se puede observar la media obtenida en el rango de notas. La calificación que se establece entre el 5 y el 6,99 forman la mayoría de la media de calificación de la clase.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.13. Rango de notas**

Se establecen además el total de los indicadores utilizados correspondientes al proceso tecnológico. Se puede observar en la Imagen CP.1.14 que el docente ha necesitado un mayor rango de ellas en las etapas más creativas del proyecto.

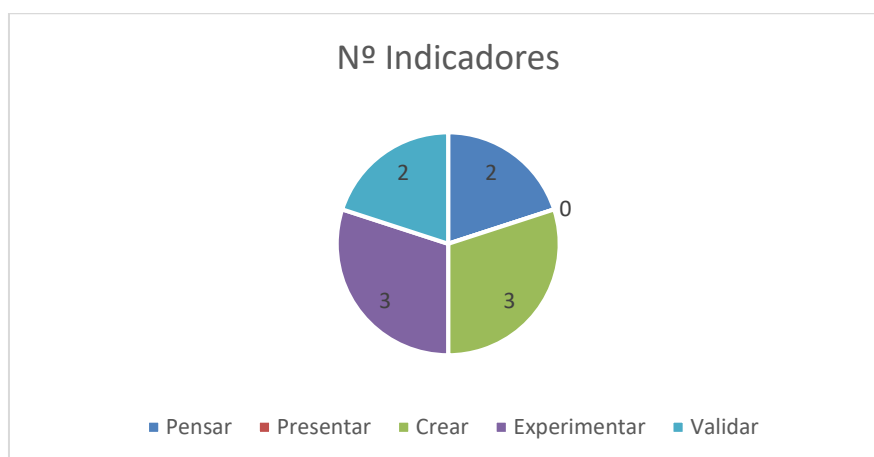


Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.14. Uso de indicadores**

La introducción de nuevas herramientas como por ejemplo los Arduino y los actuadores y componentes programables, ha obligado al docente a introducir nuevos indicado-

res de evaluación basados en el uso de las nuevas tecnologías. En la Imagen CP.1.15 se muestra la cantidad de indicadores nuevos que han sido necesarios para llevar a cabo la evaluación.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.15. Introducción de nuevos indicadores de evaluación**

En este caso piloto, tanto en la etapa creativa como en la etapa de experimentación se han añadido tres indicadores frente a ninguno en la etapa de presentación.

La posibilidad de introducir nuevos indicadores de evaluación abre las puertas a investigar dentro del propio ejercicio nuevas propuestas y resultados. De cara al desarrollo de los dos próximos casos de estudio, se van a introducir indicadores que genere una metodología, una de carácter más creativo y otra más de carácter de desarrollo y uso de herramientas tecnológicas.

## **CP.1.4. Resultado competencias transversales y disciplinares.**

### ***CP.1.4.1. Validación competencias transversales.***

Se pasa a realizar una evaluación de los indicadores propuestos en cada una de las etapas. Según el plan Heziberri 2020 se le aplica una valoración descriptiva entre “no superado, bajo, medio y alto”

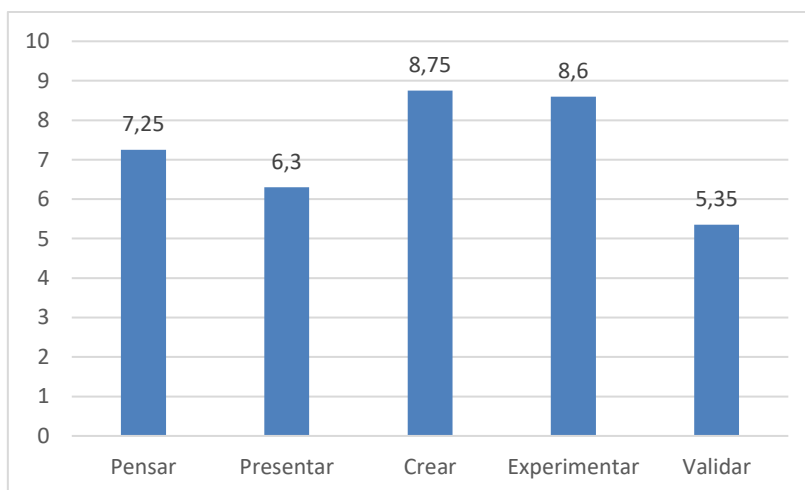
Para el análisis de datos, se proporciona una escala numérica a los cuatro valores que permite obtener datos estadísticos.

La escala numérica en base10 y la denominación quedaría formada de la siguiente manera:

- No superado:  $\leq 4.99$
- Bajo:  $5 \leq 6.99$
- Medio:  $7 \leq 8.49$
- Alto:  $8.5 \geq 10$

Se podrá asociar a cada etapa de hito o de forma conjunta con el fin de obtener resultados y mejoras.

Se calcula la nota media de la muestra de la clase por etapas independientes en base 10. En la Imagen CP.1.16 se puede observar que al igual que en la evaluación del proceso tecnológico, las etapas de creación y experimentación son las que alcanzan un mayor índice de nota.



Fuente: Elaboración propia (2018)

#### **Imagen CP.1.16. Media numérica indicadores transversales**

Si se analiza desde el punto de vista de las propias competencias transversales se obtiene una evaluación descriptiva y numérica.

En la Imagen CP.1.17 se puede observar la validación numérica obtenida en cada una de las competencias y en la Imagen CP.1.18 el número que se han usado de cada una de ellas.

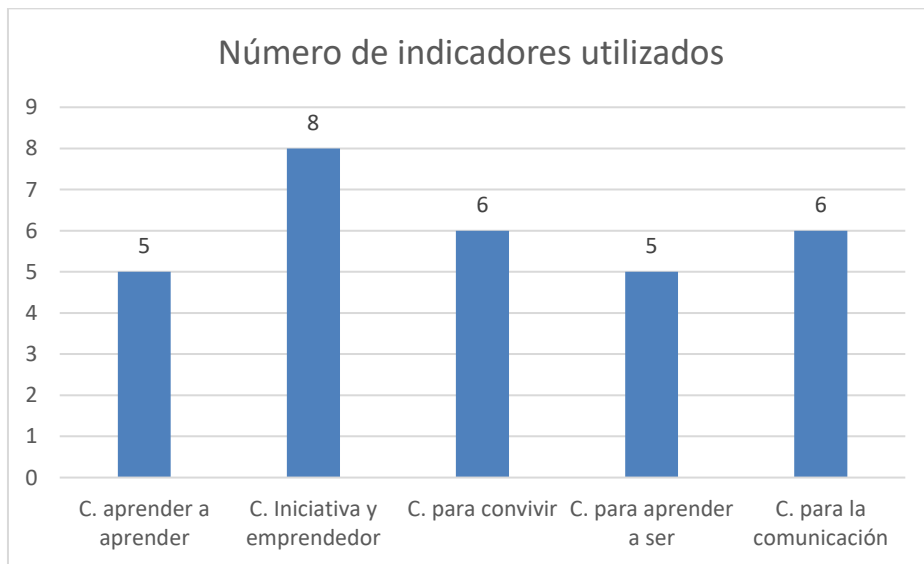
Se muestra especial atención a la competencia para la iniciativa y emprendimiento, ya que esta forma parte de la etapa de diseño crear y es donde más nota posee, pero a su vez desde el punto de validación de la propia competencia es la que menos evaluación posee.

Esto es debido a que dicha competencia la encontramos validándose en otras etapas del diseño.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.17. Validación numérica competencias Transversales**

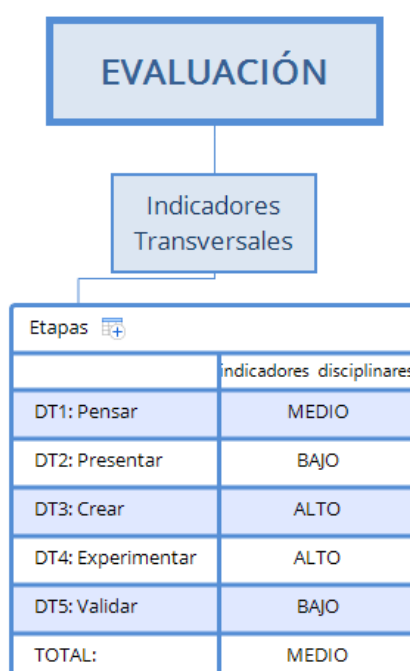


Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.18. Indicadores utilizados competencias Transversales**

Se han integrado 30 de 45 indicadores transversales, lo que supone el 77.77% del total. A criterios subjetivos y comentarios con los propios centros educativos, supone una buena media de integración de las competencias transversales, siempre quedando por debajo de la mitad.

En la Imagen CP.1.19 se dispone de la validación final de la media de la muestra de la clase. Indica una validación de tipo “Medio”.

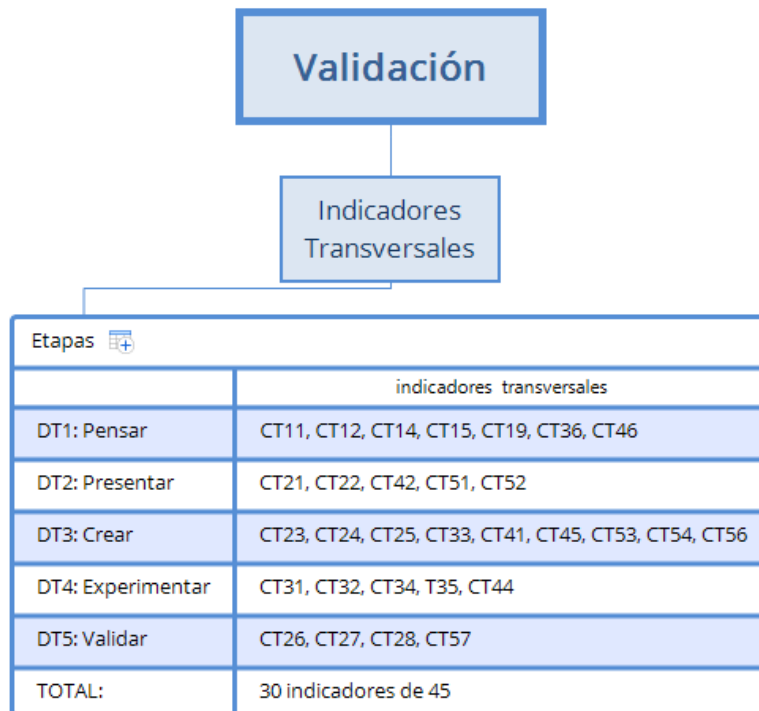


Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.19. Adjudicación competencias transversales**

Recuperando la anterior Imagen CP.1.20 se puede observar cómo se han repartido las competencias a lo largo de las etapas de diseño.





Fuente: Elaboración propia (2018)

#### Imagen CP.1.20. Adjudicación competencias transversales

Como se muestra hay una dispersión equitativa de todas ellas. Llama la atención en especial la competencia para aprender a aprender y a pensar, que coincide con la etapa de diseño pensar, momento en el que se comienza a documentar, analizar e idear el proyecto.

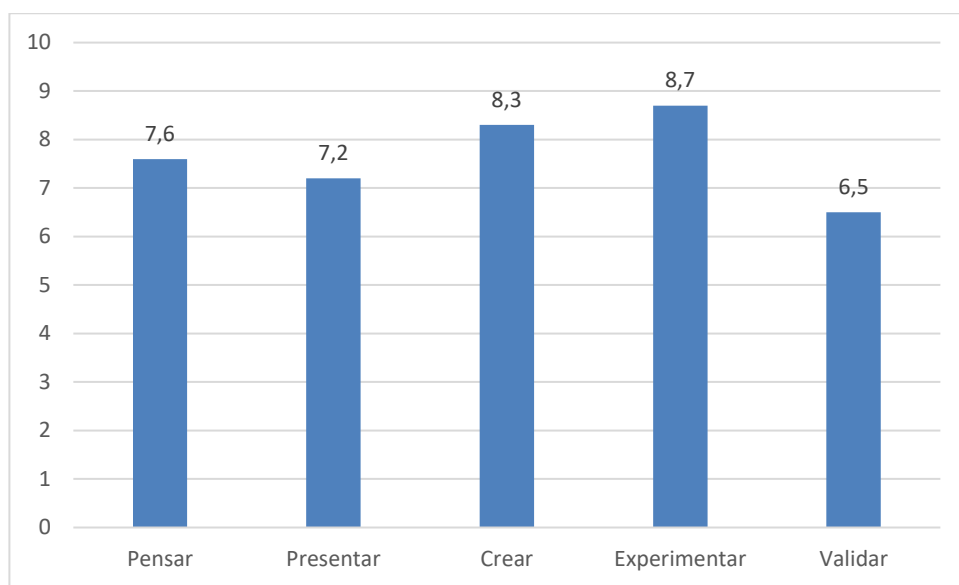
Al igual que la competencia para la iniciativa y espíritu emprendedor que coincide en su mayoría con las etapas donde se idea y se genera el prototipo.

Las competencias de aprender a ser y comunicación verbal están dispersas por las etapas. A pesar de que en alguna de estas etapas no son evaluables, estas competencias se trabajan continuamente durante el ejercicio.

#### CP.1.4.2. Validación competencias disciplinares.

La validación de las competencias disciplinares se realizan del mismo modo que las transversales. El plan Heziberri 20 dicta que hay que aplicar una valoración descriptiva del mismo valor que el que se ha establecido anteriormente.

El primer cálculo a realizar con la herramienta diseñada es la validación de la competencia disciplinar mediante una evaluación numérica. En la Imagen CP.1.21 se puede observar la media de la muestra de la clase:

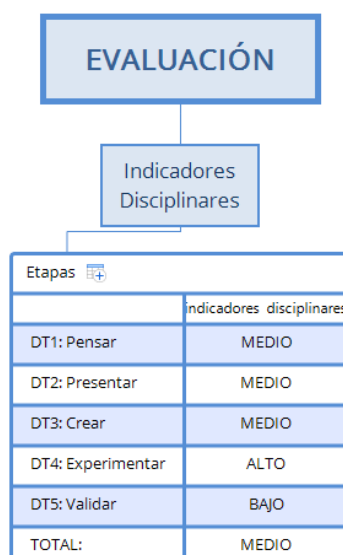


Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.21. Nota media numérica indicadores disciplinares**

Al igual que en las evaluaciones y validaciones anteriores se muestra que la etapa de crear y experimentar se tiene el mayor rango de validación.

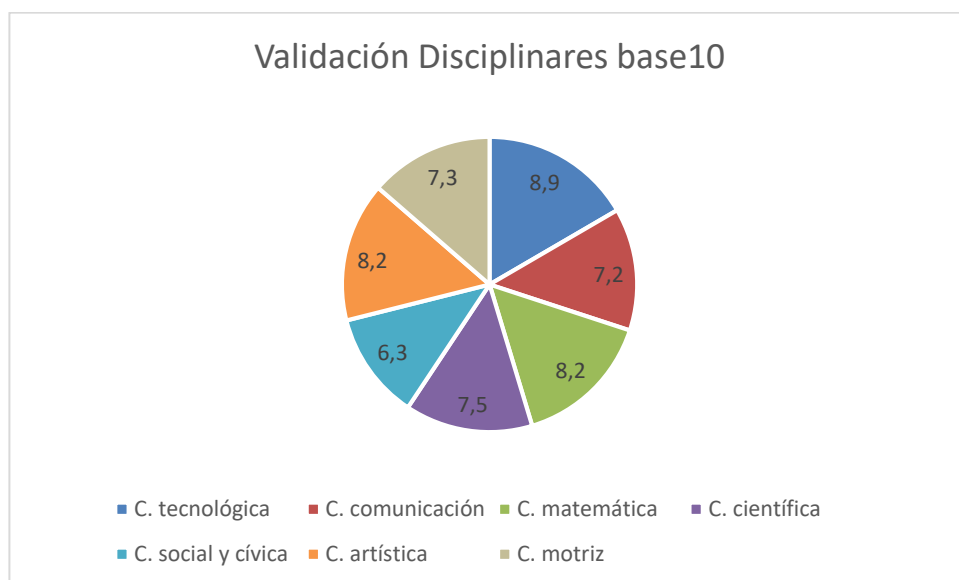
A continuación, en la Imagen CP.1.22 se muestra el tipo de validación en cada etapa de diseño y su totalidad en la media de la clase. Como indica la imagen anterior corresponde el tipo de validación con la muestra de evaluación, destacando con una validación alta las etapas de crear y experimentar.



Fuente: Elaboración propia (2018)

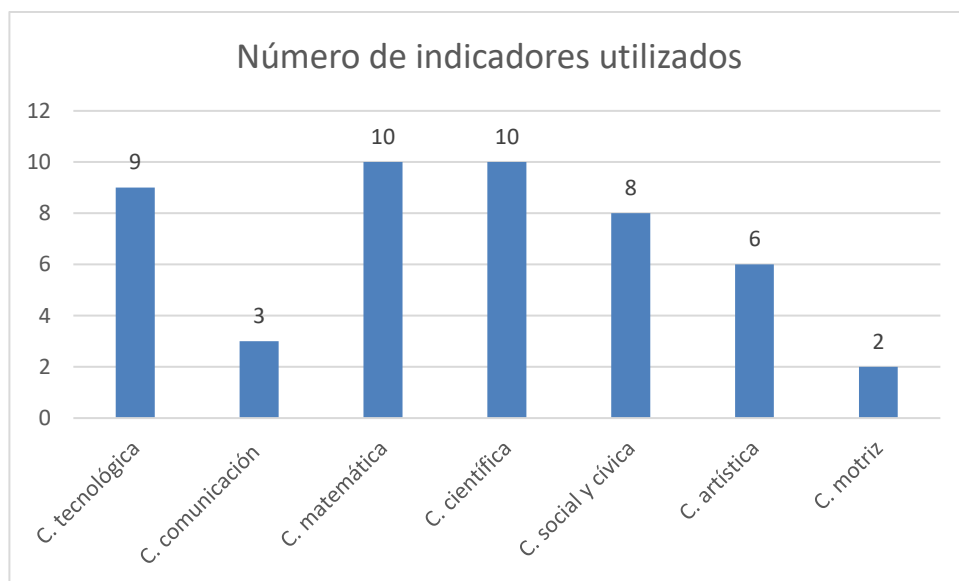
**Imagen CP.1.22. Validación competencias disciplinares**

En la Imagen CP.1.23 se realiza una validación de las competencias disciplinares de forma independiente. Es importante resaltar que este caso práctico se ha utilizado más de dos indicadores de evaluación por cada una de ellas lo que permite realizar una validación bastante equitativa. En la Imagen CP.1.24 se muestra el uso de indicadores utilizados por competencia disciplinar.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.23. Validación numérica competencias disciplinares**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.24. Indicadores utilizados competencias disciplinares**

Se puede observar que la nota más alta la produce la competencia tecnológica. Desde el punto de vista disciplinar se cataloga como algo lógico, ya que la unidad didáctica se constituye dentro de la asignatura de tecnología y todos los conocimientos adquiridos se validan bajo los indicadores de esta competencia.

Al tratarse de un ejercicio que predomina el uso de las TIC y nuevas herramientas tecnológicas, destacan el uso de indicadores de “tecnología, matemáticas, ciencias y arte” haciendo una pequeña alusión a la nueva tendencia educativa STEAM.

A continuación, se muestra en la Imagen CP.1.25 que competencias son las que predominan en cada etapa de diseño.

Se puede observar que las competencias han sido utilizadas en la mayor parte de etapas del proceso a excepción de la matriz. Destaca en especial la competencia tecnológica que ha sido utilizada en todas las etapas y como la competencia artística entra en escena en una unidad didáctica con predominación de indicadores científicos.

**Validación**

Indicadores  
Disciplinares

Etapas		
	indicadores utilizados	Total indicadores utilizados
DT1: Pensar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	2 1 2 3 3 1 0
DT2: Presentar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	1 1 0 2 2 0 1
DT3: Crear	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	3 1 3 2 2 2 0
DT4: Experimentar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	2 0 3 0 0 2 1
DT5: Validar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	1 0 2 3 1 1 0

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.1.25. Indicadores utilizados competencias disciplinares**

## *Caso Práctico 2.*

### **CP.2.1. Diseño como metodología multidisciplinar. Creatividad en el proceso STEAM.**

#### *CP.2.1.1. Objetivos generales.*

Se desarrolla el segundo caso de experimentación llevado a la práctica para estudiar y comprobar la fiabilidad de la herramienta de evaluación y validación de la metodología DiTec y el uso de nuevas tecnologías en el sistema educativo.

Como se ha indicado anteriormente, una de las cuestiones a resolver para el nuevo planteamiento es la capacidad de integración de las distintas competencias en las unidades didácticas.

Desde un punto de vista generalizado, este caso se va a estudiar y desarrollar mediante un proceso multidisciplinar, es decir, se podrá trabajar las distintas competencias disciplinares en cada etapa del proceso.

Esto permitirá desarrollar un ejercicio donde se pueda evaluar y validar la metodología a partir de la aplicación de distintas disciplinas siguiendo las nuevas tendencias educativas STEAM desde una perspectiva multidisciplinar y en un área de actuación tecnológica.

De cara a esta investigación, es interesante analizar el impacto que ofrece el término “art” como concepto creativo dentro de un proceso con un alto porcentaje de indicadores de carácter científico y tecnológico.

La metodología DiTec y la herramienta de validación proporcionan esa capacidad de integración creativa en el desarrollo de un proyecto tecnológico dentro del sistema curricular reglado.

#### **CP.2.1.2. Muestra.**

Este experimento se desarrolla con una muestra de 42 niños comprendidos entre las edades de 12 y 14 años divididos en grupos de 4 personas y realizando una evaluación individual.

Este estudio se desarrolla fuera del horario escolar, pero bajo los concionantes que indica el sistema curricular reglado a la hora de ofertar el programa educativo.

Con el fin de aproximarnos a una realidad, este ejercicio es impartido por un docente de la asignatura de tecnología, que ha sido formado en la metodología DiTec y en el uso de las nuevas herramientas que utilizarán para la resolución del problema. Siempre bajo la atenta supervisión de los autores de esta investigación.

#### **CP.2.1.3. Caso de estudio: Procedimiento.**

Más allá de convertir este caso de estudio en un ejercicio donde se integren procesos de diseño y tecnológicos y el uso de nuevas herramientas, se pretende analizar el concepto de creatividad desde un punto de vista cuantitativo.

Para llevar a cabo este estudio se toma de referencia la tendencia educativa STEM. Como dice el informe Horizon (2017), las materias de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas están consideradas como las disciplinas principales de la innovación y de la economía.

En respuesta a este enfoque, muchos docentes están defendiendo la integración de las artes, el diseño y las humanidades dentro del currículo STEM. De cara a esta experimentación, se entiende el arte como el proceso creativo llevado a cabo por los alumnos donde se involucran en un aprendizaje multidisciplinar rompiendo con las barreras que tradicionalmente han impuesto las distintas disciplinas y conseguir así nuevas conexiones de conocimiento y oportunidades de aprendizaje.

La gestión de estas nuevas habilidades interpretativas y creativas fomenta el denominado movimiento STEAM. Este caso de estudio permite una aproximación de su integración dentro de la educación reglada con un sentido metodológico y curricular.

Para ello se investigará el proceso creativo dando un mayor peso de evaluación en las etapas correspondientes a “pensar”, “crear” y “experimentar”. Esto a su vez, proporciona la capacidad que posee la herramienta para la generación y obtención de datos con distintos porcentajes de evaluación.

Los objetivos principales son los siguientes:



- La realización de un ejercicio donde se implementen las nuevas tecnologías dentro de un proyecto y este sea desarrollado a partir de metodologías basadas en el diseño. Éste será materializado por los alumnos y dirigido por el docente y que posteriormente será evaluado obteniendo una nota que indica el grado de aprendizaje y conocimiento.
- La integración de nuevos indicadores que hacen alusión a términos creativos y desarrollo de proyectos.
- Estudio de la creatividad en la asignatura de tecnología mediante una metodología DiTec y la integración de nuevas herramientas tecnológicas como medio para el aprendizaje.
- Análisis de las distintas competencias desde una perspectiva multidisciplinar y como influyen en las diferentes etapas de diseño.
- Validación del correcto funcionamiento de la herramienta cuando se aplican distintos pesos de evaluación en las etapas del diseño.

Se propone un tema actual y que esté presente de una forma generalizada dentro de las competencias básicas. El tema propuesto es la educación vial y las nuevas tecnologías. El alumno estará capacitado para afrontar mediante un proyecto la búsqueda de soluciones donde documentará, ideará y desarrollará un producto cumpliendo los objetivos que marcan la evaluación.

Se utilizará una estrategia de aprendizaje basada en la gamificación. Para el desarrollo del proyecto se comenzará con unas dinámicas de juego mediante el uso de las TIC. Se pretende implicar al alumno a través del juego y de esta manera conseguir los objetivos del aprendizaje y llegar a la resolución del problema.

En la Imagen CP.2.1 se puede observar la *plantilla* metodología DiTec que ha sido rellena por el docente de acuerdo con los objetivos que marca el currículo educativo Heziberri 2020 para la generación de unidades didácticas.

**A- METODOLOGÍA CURRICULAR**

· **COMPRENDER Y DEFINIR PROBLEMA**

Las nuevas generaciones han cambiado. Los videojuegos y las redes sociales ocupan la mayoría del día a día, lo cual puede llegar a influir en la educación. Es por ello que, sobre todo a edades tempranas, pueden crecer con videojuegos educativos y didácticos, para que así comiencen desde pronto con conocimientos sobre lo que deben o no deben hacer.

· **DISEÑO:**

Individual	Grupo	Estrategia
	X	Proceso tecnológico basado en design thinking

**Herramientas**

- 3 diodos LED (Verde, rojo y amarillo), 1 servomotor, 1 placa Arduino, 1 sensor de velocidad, cables macho-hembra (varios), 1 zumbador.
- Mblock, ordenador, ratón

**IDEAR Y PROTOTIPAR**

**Resolución de problema**

El uso de radares no siempre trae consigo una reducción de velocidad, ya que al no interferir directamente en la visión del conductor este no se alerta de que debe reducir la velocidad, sin conseguir de esta forma el objetivo deseado.

**Representar solución**

Crear un método para regular el tráfico, el cual esté a la vista del conductor e interfiera en su trayectoria, haciendo así obligatoria la reducción de velocidad del usuario.

· **EVALUAR**

**Tarea**

Diseñar mediante los sensores y componentes utilizados previamente en clase un producto que consiga regular la velocidad de los coches, y que se encuentre a la vista del conductor.

**Objetivos**

- Promover la participación en grupo y la toma de decisiones
- Hacer uso de software de programación
- Mejorar las habilidades creativas aplicadas a la tecnología
- Llevar a una forma física lo realizado anteriormente en ordenador
- Comprender e implementar el correcto uso de los sensores y componentes
- Adquirir dominio del lenguaje de programación
- Reconocer las distintas etapas que componen el proceso de diseño de un producto

Competencias Básicas	Competencias Transversales
Se muestran en el apartado evaluación.	Se muestran en el apartado evaluación.

B- PROCESO TECNOLÓGICO BASADO EN DESIGN THINKING	
· PENSAR:	
Comprender	Herramientas TIC
Investigar y documentar los distintas partes que componen el producto. Sintetizar la información e interpretar cuales son los elementos que san solución a los problemas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Búsqueda en Google o cualquier buscador online</li> <li>· Búsqueda en plataformas o bibliotecas online</li> </ul>
· PRESENTAR:	
Definir	Software
Idear en un videojuego los problemas que se pueden encontrar los jóvenes en cuanto a la normativa de tráfico, creando un circuito por el cual estén estos obstáculos distribuidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mblock</li> <li>· Scrach</li> </ul>
· CREAR	
Idear	Hardware
Crear un semáforo con barrera, el cual consiga regular la velocidad de los coches y tenga incluido un zumbador para avisar de cuándo va a bajar la barrera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ordenador</li> <li>· Placa Arduino</li> <li>· Servomotor</li> <li>· Cableado</li> <li>· Protoboard</li> </ul>
· EXPERIMENTAR:	
Prototipar	Uillaje
Construir y validar el correcto funcionamiento del producto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Papel</li> <li>· Cartulina</li> <li>· Cartón</li> <li>· Componentes Electrónicos</li> <li>· Ensamblaje con pegamento</li> </ul>
· VALIDAR:	
Evaluar	Autoevaluación
Realizar una presentación del proyecto explicando los pasos y decisiones tomadas en cada etapa que han dado a la solución del producto final.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Google drive</li> <li>· Google Classroom</li> <li>· Kahoot</li> </ul>

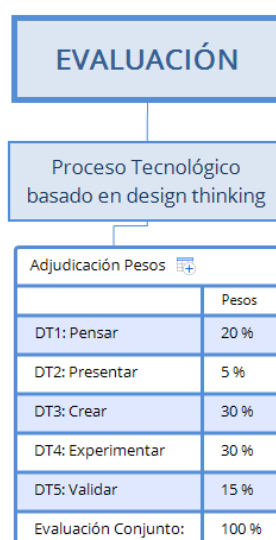
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.1. Plantilla caso de estudio 2**

#### CP.2.1.4. Evaluación.

Una vez que el profesor realiza la descripción de la unidad didáctica en la plantilla curricular, genera el sistema de evaluación que se va a llevar a cabo mediante la aplicación de los pesos.

A diferencia del caso anterior, se va a establecer una mayor importancia de evaluación a las tres etapas del proceso citadas anteriormente. En la Imagen CP.2.2 se observa los pesos de evaluación que adquiere cada una de ellas.



Fuente: Elaboración propia (2018)

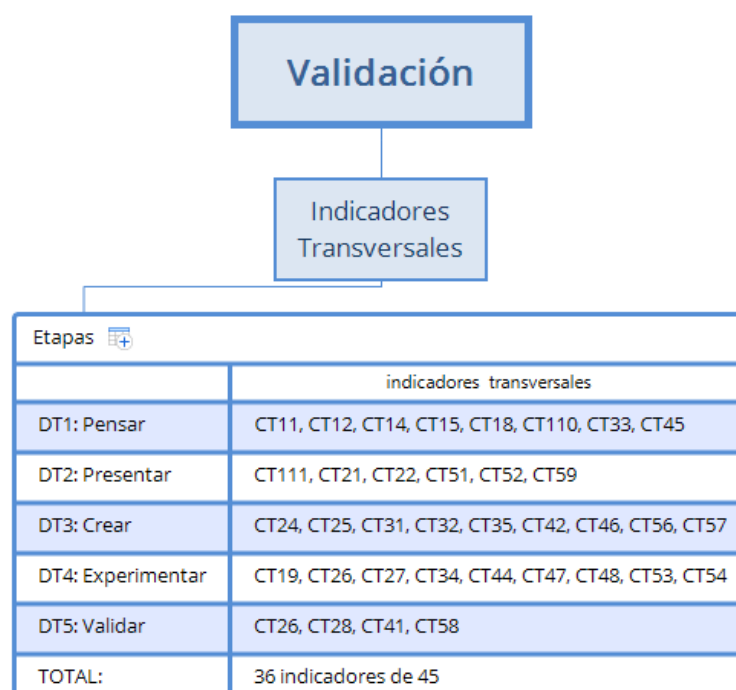
#### Imagen CP.2.2. Adjudicación pesos de evaluación

Una vez seleccionado el valor del peso, se establecen cuáles son las variables e indicadores que se van a utilizar para el proceso de evaluación y validación con la herramienta diseñada.

Para este caso de estudio, se han añadido nuevos indicadores dentro del proceso. Se quiere estudiar la creatividad a partir de la introducción de nuevos indicadores basados en conceptos creativos.

Se cogen como referencia de la *plantilla* del proceso creativo mediante el uso de estrategias de *design thinking*, desarrollado por el Instituto de Diseño de Stanford. Según Brown, éstos se consideran objetivos creativos correspondientes a cada etapa de dise-

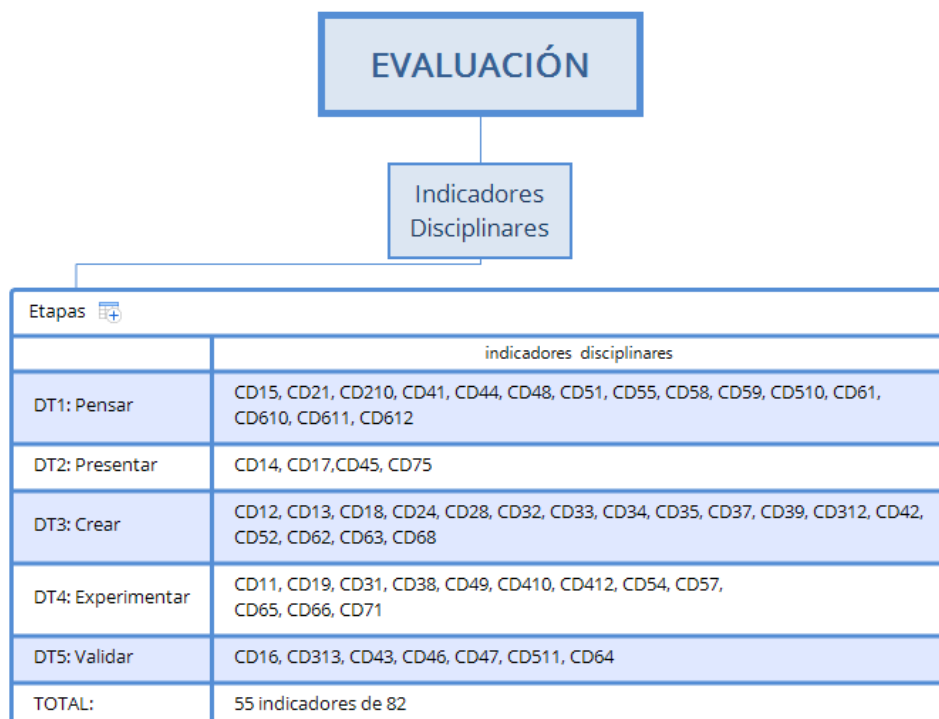
ño.<sup>112</sup> A continuación, se describen que indicadores de las competencias transversales y disciplinares se va a utilizar. Estos se encuentran descritos en el Anexo II y Anexo III respectivamente. En la Imagen CP.2.3 e Imagen CP.2.4, se muestran los siguientes:



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.3. Adjudicación competencias transversales**

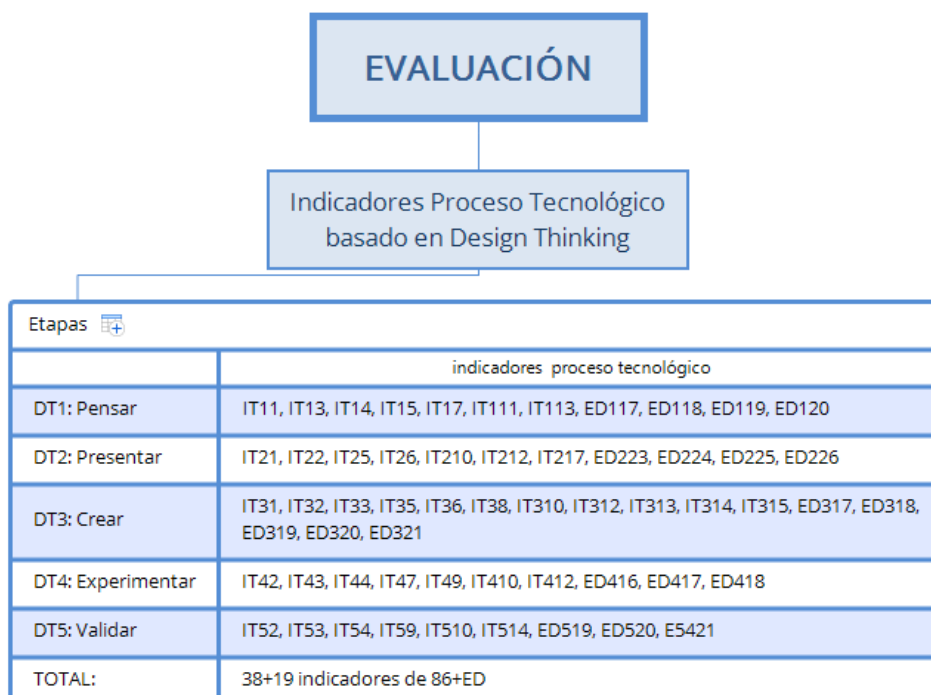
<sup>112</sup> *Design thinking bootleg*. D. School at Stanford university. <https://dschool.stanford.edu/resources/design-thinking-bootleg> (2018).



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.4. Adjudicación competencias disciplinares**

A continuación, en la Imagen CP.2.5 se muestran los indicadores que muestran la evaluación del alumno mediante una nota numérica. Estos son los correspondientes al proceso tecnológico basado en *design thinking*.



Fuente: Elaboración propia (2018)

### Imagen CP.2.5. Adjudicación proceso tecnológico

Como se ha comentado en capítulos anteriores, el docente puede introducir nuevos indicadores de evaluación que los que ya están preestablecidos por el plan Heziberri 2020.

En este caso de estudio, interesa además de estandarizar una metodología DiTec y el uso de nuevas herramientas tecnológicas, un análisis de cómo influye la creatividad en el proceso.

Estos indicadores se pueden deducir de la lectura de un gran número de métodos, procesos, ejercicios etc. En este caso, se trabaja con el manual que nos proporciona la d.School at Stanford University. Este se constituye como un referente de la estrategia educativa basada en el *design thinking* propuesta por el plan Heziberri 2020.

Los nuevos indicadores que serán evaluados se describen de la siguiente manera:

· Pensar:

ED117: Genera criterios para pensar ideas y contrarrestarlas posteriormente.

ED118: Genera inspiración de ideas para el equipo.

ED119: Enmarca el problema con un enfoque global.

ED120: Procesa y sintetiza la información para enfrentarse al problema y conseguir así conexiones.

· Presentar:

ED223: Llegan a acuerdos en el grupo y reparte responsabilidades

ED224: Descubren áreas inesperadas de exploración creando mayor volumen y mayores opciones para innovar.

ED225: Crea experiencias. Crea un ambiente de experimentación para obtener una visión más acabada del contexto.

ED226: Interpretan las ideas antes de ser presentadas y si es necesario rediseñan los pasos previos.

· Crear:

ED317: Separa la generación de ideas con el área de evaluación de ideas

ED318: Crea un espacio de trabajo para desarrollar brainstorms y construye ideas sobre previas ideas.

ED319: Piensa sobre múltiples ideas que son obvias y por la tanto aumentan el potencial de innovación y el set de posibilidades.

ED320: Utiliza el dibujo y maquetas para controlar el proceso hacia la búsqueda de soluciones.

ED321: Enmarca el problema con un enfoque directo.

· Experimentar:

ED416: Inventa y construye para pensar en resolver el problema.

ED417: Utilizan el prototipo como medio de creación y comunicación.

ED418: Evalúa alternativas para el desarrollo de ideas distintas sin comprometerse a un demasiado tiempo.

· Validar:

ED519: Evalúa y es crítico con el prototipo creado.

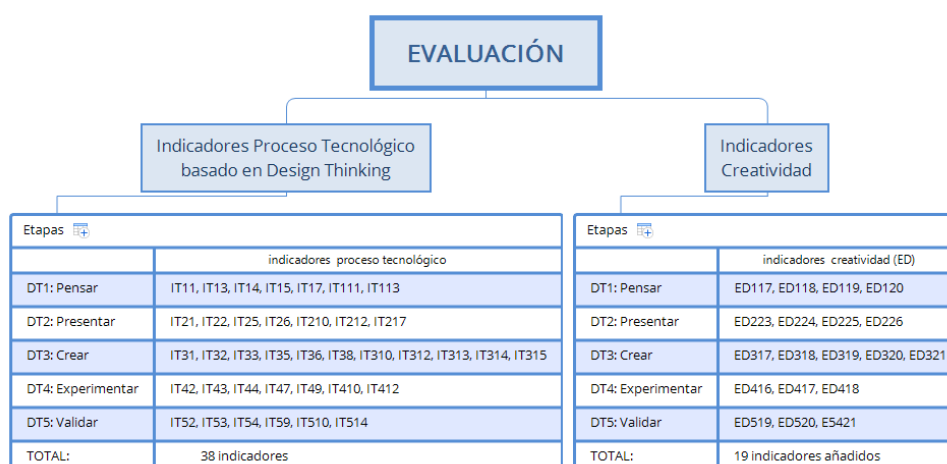
ED220: Aprende sobre el producto y sus compañeros.

ED521: Solicita feedback y opiniones externas sobre los prototipos que han creado.



En este caso de estudio se obtendrán unos resultados cuantitativos en base al impacto de la creatividad en el proceso de diseño.

En la Imagen CP.2.6 se puede observar como queda dividida la tabla de indicadores correspondiente al proceso tecnológico y a los indicadores que se han añadido para analizar el proceso creativo en este caso de estudio.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.6. Inclusión indicadores creativos**

## CP.2.2. Resumen caso práctico II.

La evolución de las TIC ha supuesto cambios no solo en los estilos de vida, sino que han replanteado los nuevos sistemas de aprendizaje. Las nuevas generaciones sufren la llamada tecnológica e influye directamente en el crecimiento y desarrollo personal.

Los videojuegos y las redes sociales ocupan un gran porcentaje del día a día, lo cual llega a influir en su educación. Es por ello que se plantean nuevas estrategias didácticas desde edades muy tempranas, donde puedan crecer con videojuegos educativos y recursos didácticos.

Las TIC y las TAC han hecho posible este cambio continuo donde además de los niños los docentes se preparan para el cambio. Estos generan nuevas unidades y ejercicios adaptados a las nuevas herramientas tecnológicas.

En este caso de estudio se va a llevar a cabo un proyecto en la clase de tecnología. Este consta del desarrollo de un producto que se ideará y creará utilizando una estrategia de gamificación utilizando una metodología DiTec.

En ella, más allá de la realización del ejercicio, se llevará a cabo un estudio de como afecta la creatividad dentro del proceso de diseño en un área de actuación enfocada a la tecnología, a las ciencias y a las matemáticas. Todo ello desde una perspectiva multidisciplinar basada en la nueva tendencia educativa STEAM. Se analizará con datos cuantitativos la importancia y la inclusión del término A dentro de STEM.

#### **CP.2.2.1. Comprender.**

El docente aporta material documentativo en la nube para que los alumnos puedan descargar. Se intenta fomentar el uso de las herramientas tecnológicas desde el primer momento. Se generan grupos para el desarrollo del ejercicio en el que cada uno adopta un rol.

El principal objetivo es generar empatía e identificarse con el resto de compañeros para entender su forma de pensar. De esta manera se fomenta además la comprensión por el proyecto de una manera grupal y desde distintas perspectivas.

En este caso de estudio el medio de comunicación es una segunda lengua hablada y el intercambio de datos y archivos a través de medios digitales mediante el uso de ordenador o la tablets digitales.

Los alumnos comienzan a almacenar documentación relacionada con el tema del tráfico y la educación vial y generan las primeras definiciones que ayuden a entender el problema.

#### **CP.2.2.2. Presentar.**

El profesor entrega a los alumnos los recursos necesarios para afrontar esta etapa de creación y generación de ideas. Se explica el uso del software y se comienza a generar las primeras ideas y los objetivos que se van a llevar a cabo.

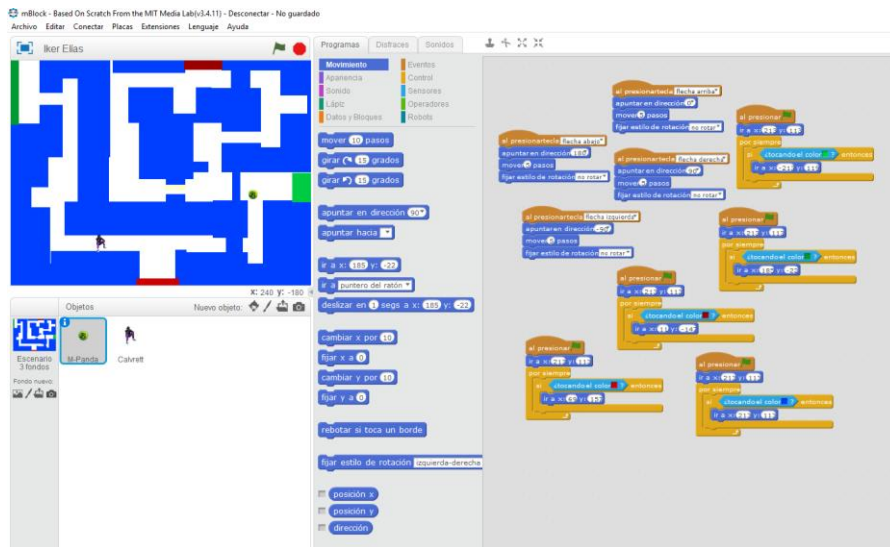
No solo se trabaja sobre las nuevas plataformas digitales, sino que también se utilizarán otros recursos como el dibujo, la escritura, la maquetación con plastilina, papel y cartón e incluso los signos mediante expresiones a través del cuerpo. Todo es válido con el fin de fomentar la creatividad.

Se generan los primeros criterios para que puedan ser ideados y evaluados en la siguiente etapa. Se realiza un análisis de la necesidad del problema y se comienza a trabajar en los primeros conceptos que puedan inducir el camino a la solución.

Los alumnos realizan un acercamiento a las ideas a través del juego. Para ello, se establecen unos objetivos y pequeños ejercicios que deberán cumplimentar mediante plataformas digitales. En la Imagen CP.2.7 y en la Imagen CP.2.8 se muestran dos ejemplos donde desarrollan bocetos y estructuras entorno a la programación.

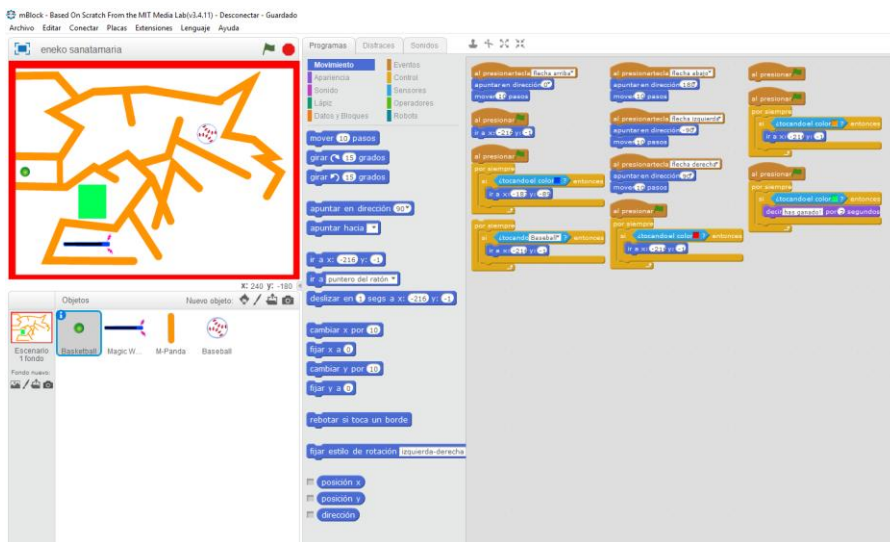
Se fomenta la construcción de la imaginación a través de las nuevas tecnologías. Se les da cierta libertad en el desarrollo de las propuestas de esta etapa. Se propone el desarro-

llo de un laberinto donde tengan que conducir un objeto y no puedan salir de las líneas o del camino.



Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen CP.2.7. Bocetos a partir de escenarios de programación



Fuente: Elaboración propia (2018)

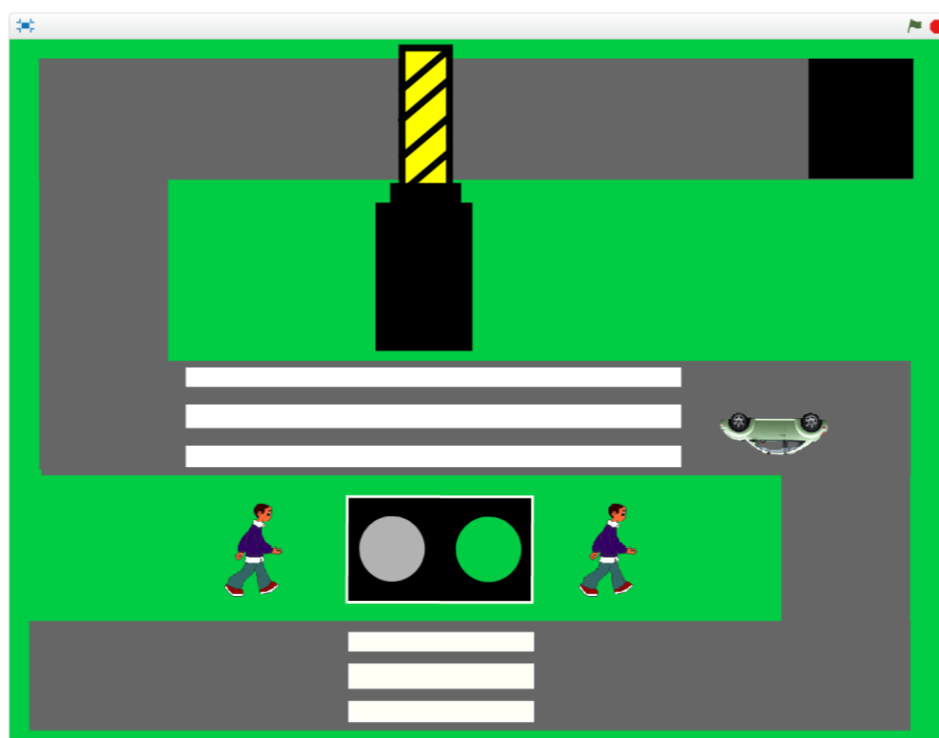
Imagen CP.2.8. Bocetos a partir de escenarios de programación

### CP.2.2.3. Crear.

Los alumnos comienzan a proponer sus propios ejercicios y a generar pequeñas ideas que puedan llevar a la resolución del problema. Como se ha dicho al inicio de este punto, se va a idear y prototipar un producto que guarde relación con el tráfico y la seguridad vial a partir de una estrategia de gamificación.

Para ello se generan los conceptos y los recursos para hacer el prototipo y poder así crear soluciones innovadoras. Para el desarrollo creativo de este ejercicio no se pretende buscar la idea correcta o la más ajustada, sino crear el mayor número de posibilidades que nos acerque al siguiente paso de experimentación.

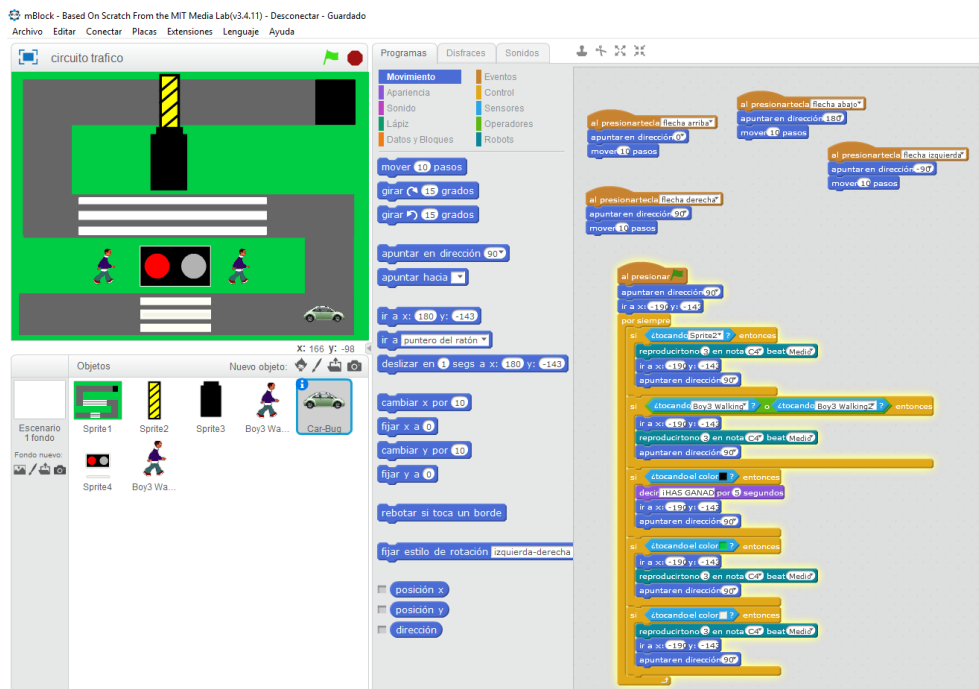
En la Imagen CP.2.9 y en la Imagen CP.2.10 se puede observar un ejemplo donde han desarrollado un escenario y una programación respectivamente, donde pueden interactuar con las ideas y generen nuevas propuestas.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.7. Ideación escenario mediante mBlock**

## Caso práctico 2: Diseño como metodología multidisciplinar. Creatividad en el proceso STEAM



Fuente: Elaboración propia (2018)

### Imagen CP.2.8. Ideación programación de escenario mediante mBlock

En esta etapa el alumno comienza a interactuar con el prototipo y la creación de maquetas para la búsqueda de soluciones. Para este caso de estudio el profesor fomenta la creatividad mediante nuevas herramientas tecnológicas.

Desde un sentido curricular estas, son utilizadas en otras disciplinas. Se intenta fomentar y dar visibilidad a la aportación de conocimientos de otras asignaturas en el proyecto, como por ejemplos las ciencias y las matemáticas.

Para ello el docente da una breve explicación de como funcionan los componentes electrónicos y el microprocesador que se van a trabajar posteriormente.<sup>113</sup>

#### CP.2.2.4. Experimentar.

Los alumnos con ayuda del profesor deciden que ideas van a llevar a cabo para la construcción del prototipo. Se comienza a preparar la validación y el correcto funcionamiento del producto.

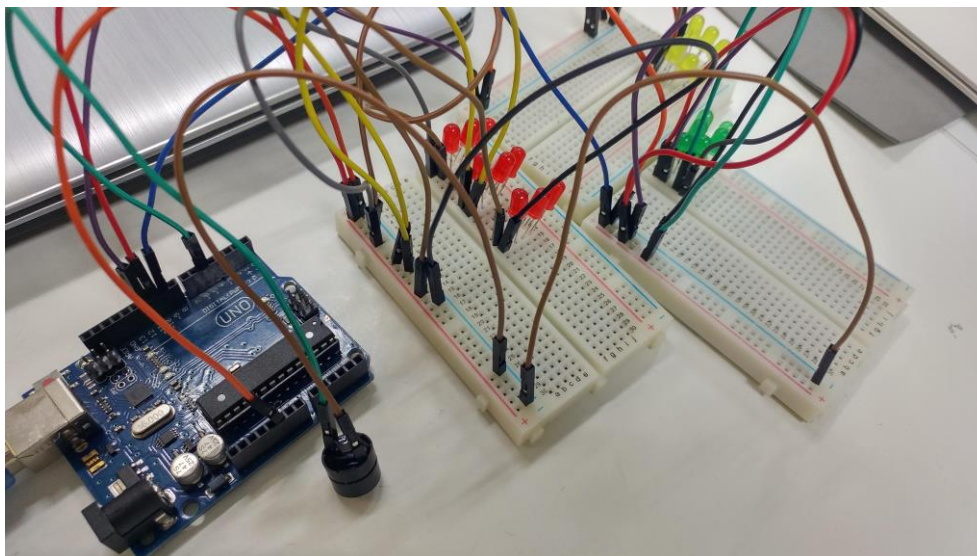
<sup>113</sup> En este caso de estudio, los alumnos partían con los conocimientos ya adquiridos en estas nuevas tecnologías.

Durante esta etapa se ensamblan todas las piezas que lo forman y se realizan distintas pruebas para verificar que todo funciona. Para su construcción se realiza en cartón las distintas ideas y se incorpora los componentes tecnológicos hasta formar el prototipo.

Los alumnos generan prototipos visuales mediante los componentes electrónicos basados en los motores y los diodos LED. Se crea una conexión con la etapa anterior, es decir, le permite comprobar de una manera práctica que, si la idea no funciona o no les convence, tienen que volver al paso anterior para corregirlo. Se fomenta el concepto de no tener éxito no significa que este mal desarrollado.

En la Imagen CP.2.9 se muestra un ejemplo de cómo los alumnos realizan un pequeño prototipo mediante Arduino y comprueban su funcionamiento a partir de las ideas creadas anteriormente. Este paso se constituye como una previa antes de montar las ideas que se consideren prototipos finales.

Si este no funciona, no encaja o existe fallo de diseño o concepto se puede volver etapas anteriores para corregir el problema. En la Imagen CP.2.10 se puede observar uno de los prototipos terminados.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.9. Experimentación con Arduino Uno**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.10. Prototipos en cartón y ensamble de componentes electrónicos**

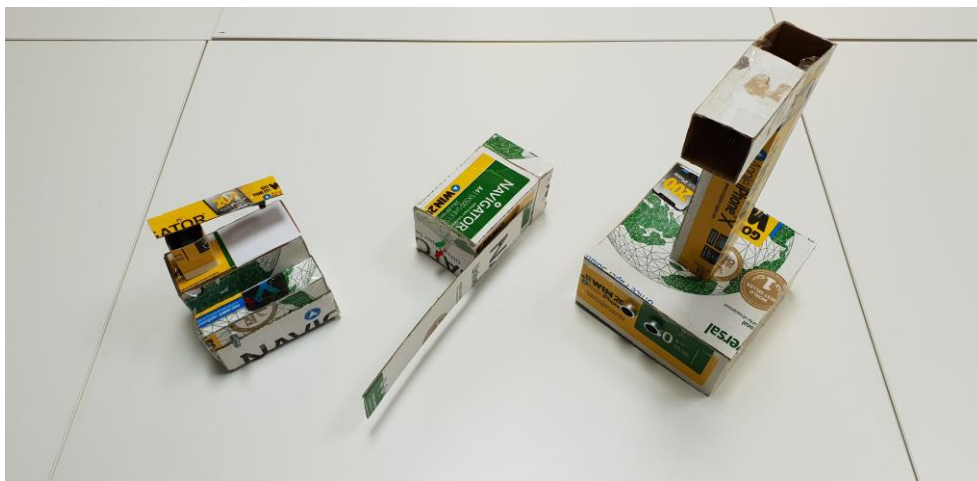
#### ***CP.2.2.5. Validar.***

Una vez que el profesor considera que el prototipo ha sido terminado, el alumno se prepara para la exposición del proyecto. Se fomenta la capacidad de aprendizaje a través de los otros proyectos realizados por los compañeros y por las propias exposiciones que generen.

Se pretende generar una experiencia creando un ambiente de exposición de proyectos donde los alumnos entienden el proceso y metodología llevado a cabo más allá de convertirse en un ejercicio de tecnología.

A su vez, se establece conexiones con otros grupos de trabajo y se realiza una evaluación y autoevaluación del proceso. Se genera conexiones de empatía y opiniones de como se ha ideado y creado el mismo proyecto, pero de otra manera.

En la Imagen CP.2.11 se muestra un ejemplo final desarrollado.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.11. Presentación prototipos**

### **CP.2.3. Resultado proceso tecnológico basado en *design thinking*.**

#### **CP.2.3.1. Introducción.**

De acuerdo al ejercicio propuesto por el docente, los resultados del proceso tecnológico permiten la evaluación final del alumno en este caso de estudio. A su vez se va a analizar la incidencia del término creatividad dentro del proceso de diseño y como puede variar el rango de evaluación si este entra en escena o no.

La herramienta diseñada para la evaluación de la metodología DiTec permite analizar la evaluación de cada alumno y conseguir así datos que permitan un análisis cuantitativo enfocados a la creatividad mediante el uso de nuevas herramientas tecnológicas.

Desde el punto de vista cuantitativo se puede analizar y deducir resultados de cada una de las etapas que componen el proceso y realizar una evaluación numérica de cada niño que ha participado en la muestra.

Para ello se obtendrá una visión independiente de la creatividad y a continuación de como influye directamente en el proceso.

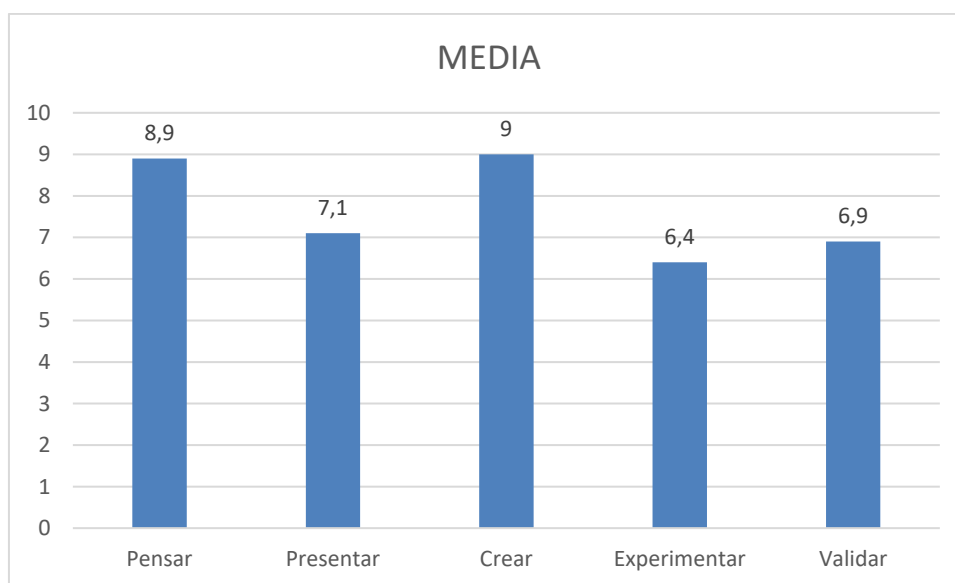
#### **CP.2.3.2. Resultados indicadores de creatividad.**

Se puede hablar de una evaluación de indicadores de creatividad porque estos han sido expuestos y trabajados desde el proceso metodológico y el uso de herramientas de aprendizaje basados en las nuevas tecnologías.



Estos muestran la importancia que tienen en un proceso de diseño y como puede influir en el desarrollo de un producto y en el propio aprendizaje dentro del sistema curricular reglado.

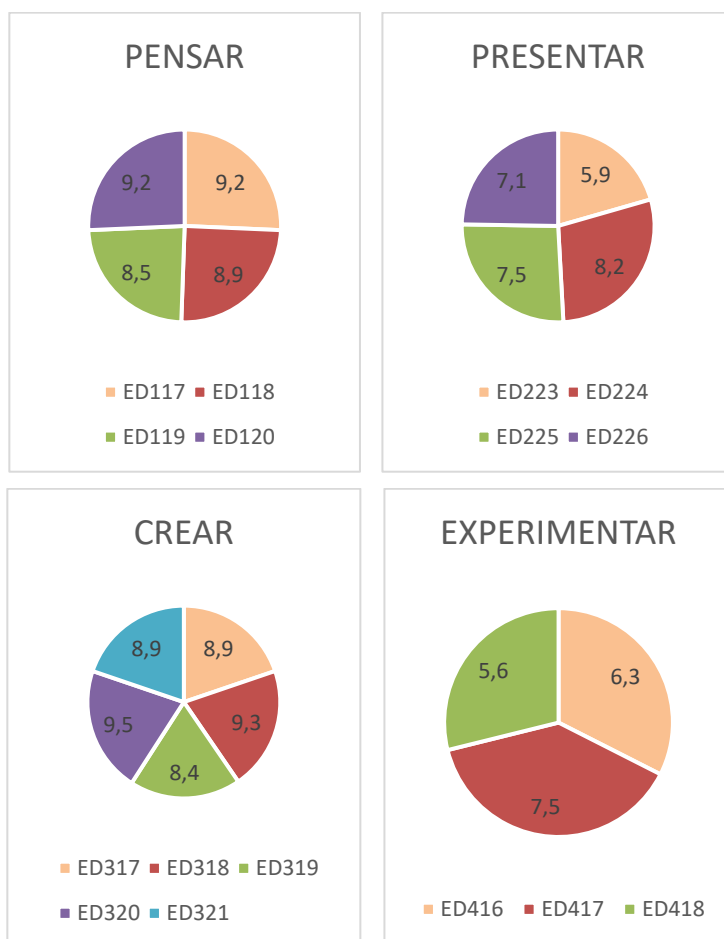
A continuación, en la Imagen CP.2.12 se muestra en base10 la nota media que ha alcanzado toda la muestra en cada una de las etapas.

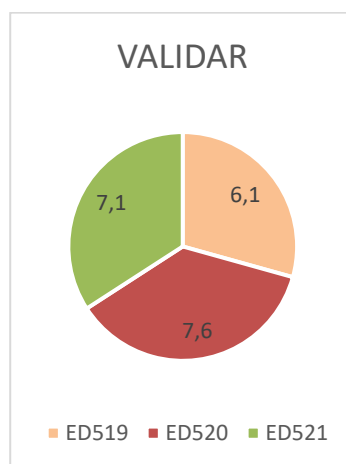


Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.12. Media evaluación indicadores creativos**

Se muestra también en la Imagen CP.2.13 la media de evaluación de cada uno de los indicadores creativos en cada etapa del proceso.





Fuente: Elaboración propia (2018)

### Imagen CP.2.13. Media evaluación por indicadores en cada etapa del proceso

En las dos primeras etapas muestra unos valores bastante altos. Llevando a un término descriptivo y en base a la validación que utilizan las competencias básicas, se estaría hablando de una denominación “alta”, el máximo que se puede alcanzar en la tabla de valores.

Esto significa que los alumnos han entendido y desarrollado correctamente las indicaciones de desarrollo del ejercicio en esta primera fase antes de pasar al desarrollo manual y de prototipo.

Se puede ver en la primera etapa que, en un marco creativo, se generan criterios para evaluar ideas y contrarrestarlas posteriormente. Esta alta puntuación confirma que mediante procesos el desarrollo de procesos creativos se genera un gran número de ideas para el equipo de trabajo.

Realizando un análisis por indicador creativo en ambas etapas, muestra un equilibrio en cuanto a la nota. Se puede deducir que los indicadores se han elegido y trabajado de una forma óptima

Llama la atención la etapa de experimentar y su baja puntuación obtenida. Las evaluaciones entre indicadores distan entorno dos puntos entre ellos. Llevado al caso práctico se entiende que el alumno construye el prototipo no para la obtención de soluciones o búsqueda de alternativas, sino para la resolución final del ejercicio.

Lo mismo ocurre con la etapa validar, a pesar de obtener casi medio punto más sobre el resultado anterior, se considera un valor bajo, ya que este viene precedido del trabajo realizado en la anterior etapa.

Como se puede observar en la evaluación de los indicadores correspondientes a la etapa validar, la muestra obtiene una evaluación baja respecto al uso de la experimentación como medio para la creación de soluciones.

En cuanto a la última etapa del proyecto una vez finalizado se mantienen los indicadores creativos constantes en cuanto a puntuación, desmarcándose a la baja la actitud crítica mostrada por los alumnos en cuanto a su trabajo realizado.

Desde un punto de vista cualitativo se observa que el alumno trata la etapa experimentar y la etapa validar como un medio para conseguir un fin y no como un medio para encontrar soluciones a un fin. Estos indicadores pueden mostrar la calidad y la optimización de futuras unidades didácticas.

A continuación, se pasa a evaluar los conocimientos que el alumno ha alcanzado bajo un valor numérico. De cara a este caso práctico se enfoca en análisis de resultados desde dos perspectivas:

- A partir de los indicadores que marca el proceso tecnológico.
- A partir de la suma de indicadores del proceso tecnológico y los indicadores de creatividad.

### ***CP.2.3.3. Evaluación proceso tecnológico.***

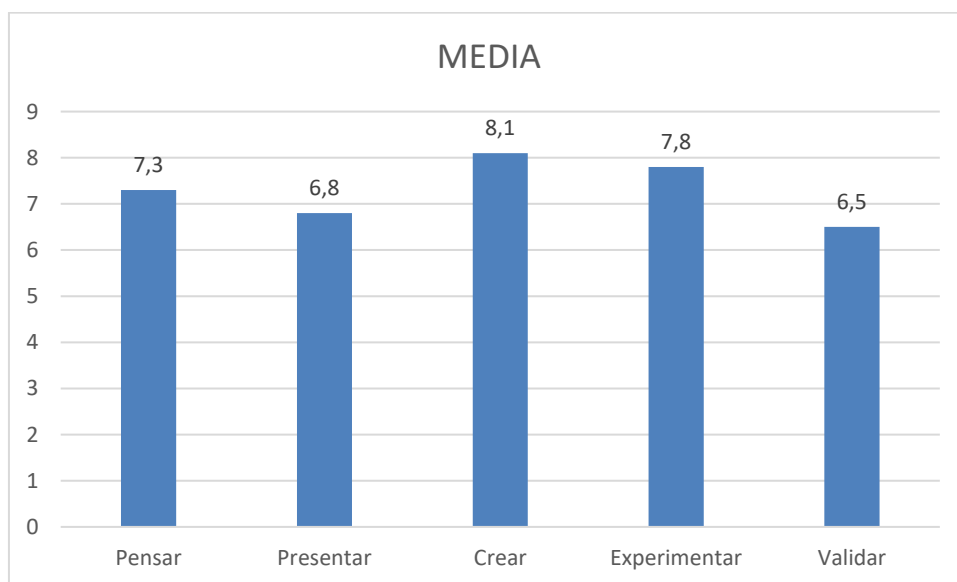
Se procede a realizar la evaluación del proceso tecnológico con la herramienta diseñada a partir de la nota media de la muestra realizada en cada etapa. En cada una de estas etapas se evalúa el proceso y el uso de las nuevas tecnologías que marcan los indicadores en cada una de las etapas.

Como se ha citado anteriormente, el docente ha elegido un modelo de evaluación aplicando distintos pesos en cada una de las etapas. De cara a esta investigación se realizarán en un primer lugar los cálculos en base al 100% de evaluación de cada etapa para un correcto análisis equitativo y cuando se considere necesario, se mostrarán el equivalente a los pesos asignados.<sup>114</sup>

En la Imagen CP.2.14 se puede observar la evaluación de los indicadores del proceso tecnológico (Imagen CP.2.6) mediante la media del 100% de la muestra.

---

<sup>114</sup> Los cálculos de peso se constituyen de forma automática mediante un algoritmo a través de la herramienta de evaluación y validación previamente diseñada. Para llevar a cabo este caso, se realizan todos los estudios y análisis a partes iguales en las etapas, ya que de esta manera obtenemos datos reales y a partes iguales. No obstante, cuando se realicen la evaluación con pesos, quedará debidamente identificado en la explicación y en la descripción a pie de imagen.



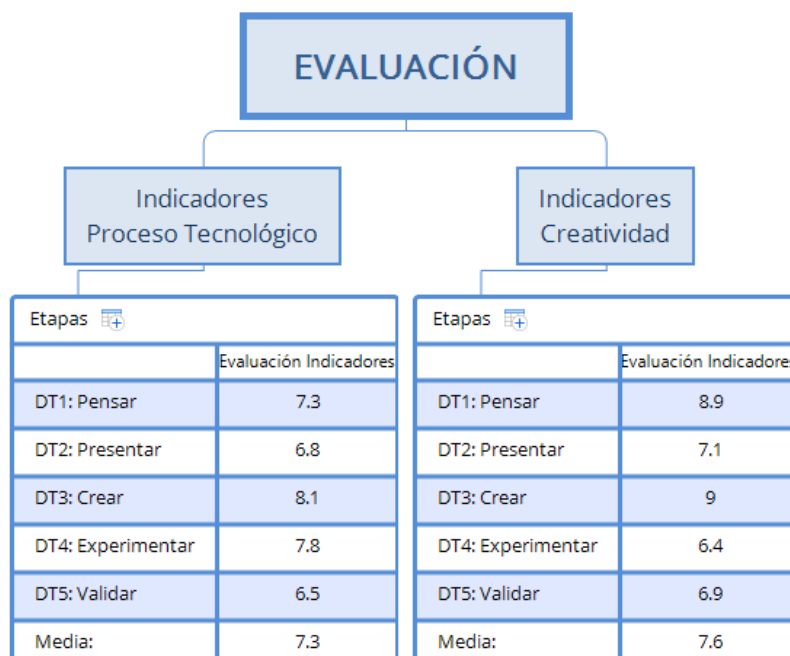
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.14. Nota media proceso tecnológico basado en *design thinking***

Al igual que en la descripción realizada en el apartado anterior, la media de las dos primeras etapas se mantiene con una media alta. Cabe destacar el aumento de valoración de las etapas crear y experimentar.

Esto es debido a que los indicadores hacen referencia al uso de las nuevas tecnologías y su interpretación con el producto que se está ideando, más allá de otras cuestiones y aspectos que definen los indicadores creativos.

En la Imagen CP.2.15 se puede observar las distintas notas de evaluación obtenidas de forma independiente en el mismo proyecto bajo una metodología DiTec.



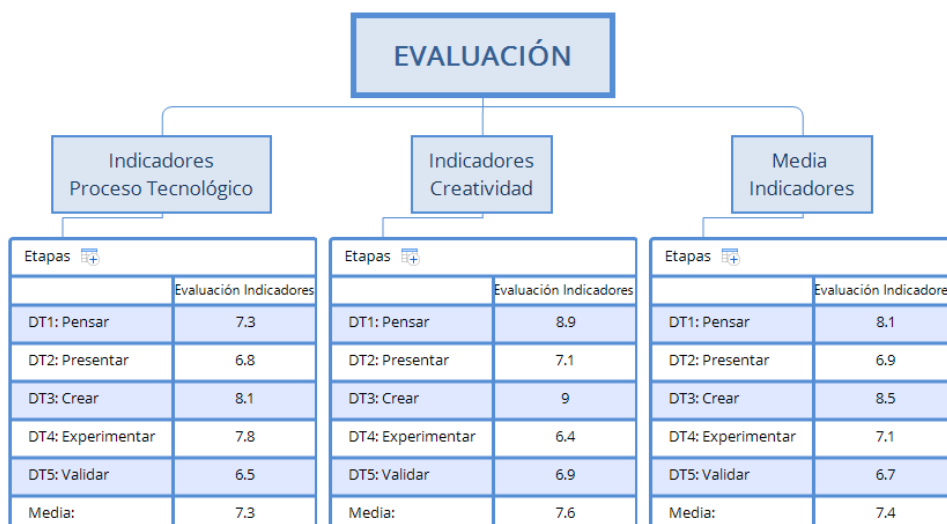
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.15. Evaluación indicadores de forma independiente**

Como se puede ver en la última imagen, salvo en las dos últimas etapas del diseño existe mas de un punto de evaluación entre notas. Si se analiza la media final obtenida de la muestra, se obtiene un rango de 0,3 puntos.

Desde un punto de vista de análisis cualitativo se puede entender que un rango de 0,3 puntos significa una distancia mínima de evaluación entre indicadores. En la Imagen CP.2.16 se añade la media del conjunto de ambos indicadores.

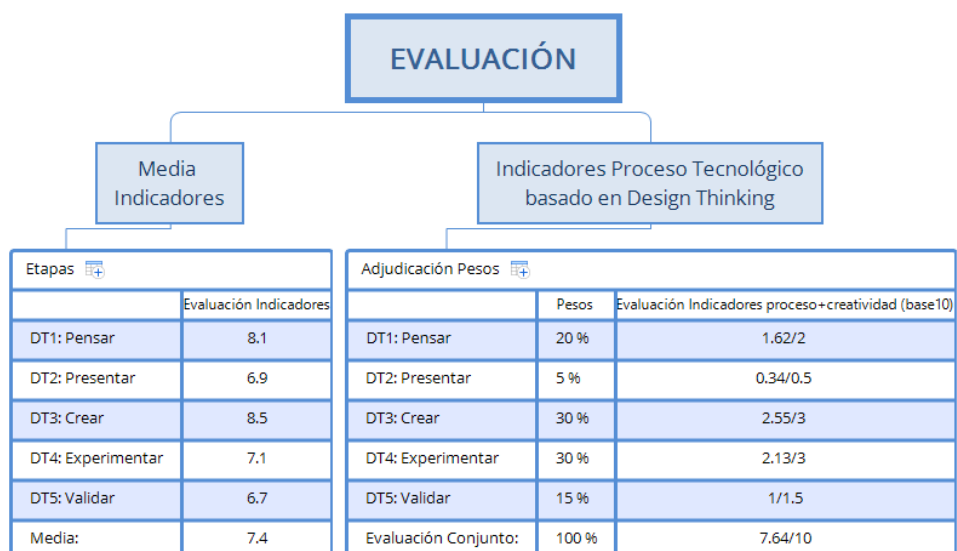
Se indica la incursión de los indicadores de creatividad dentro del proceso y como afecta de una manera cuantitativa a la muestra analizada.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.16. Evaluación de la media de ambos indicadores**

Como se puede observar en este caso de estudio la incursión y desarrollo de un proceso creativo en las distintas etapas, aumenta en 0, 15 puntos la media de la unidad didáctica. Si se aplica los pesos descritos en la evaluación de la plantilla para el desarrollo de una metodología DiTec (Imagen CP.2.2), finalmente se obtendría una media final de (Imagen CP.2.17):



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.17. Evaluación de la media de ambos indicadores**

Para finalizar se puede indicar que a partir de una metodología DiTec fundamentada en etapas del proceso y el uso de herramientas basadas en las nuevas tecnologías, se puede establecer una estrategia creativa que pueda generar conocimiento dentro de las disciplinas de carácter técnico.

A continuación, se analizará los resultados de la validación del caso de estudio desde una visión multidisciplinar, es decir, mediante la evaluación de indicadores pertenecientes a distintas disciplinas en cada una de las etapas del proceso.

## CP.2.4. Resultado competencias transversales y disciplinares.

### CP.2.4.1. Validación competencias transversales.

Se realiza una evaluación de los indicadores seleccionados por el docente en este caso de estudio. Como establece el plan Heziberri 2020 se aplica una valoración descriptiva sujeta a no superado, bajo, medio y alto.

Además, se proporcionará una evaluación numérica para obtener datos estadísticos. Al igual que en el caso anterior, esta quedaría definida de la siguiente manera:<sup>115</sup>

<sup>115</sup> Asociaremos esta escala numérica de evaluación tanto para las competencias transversales como para las competencias disciplinares.

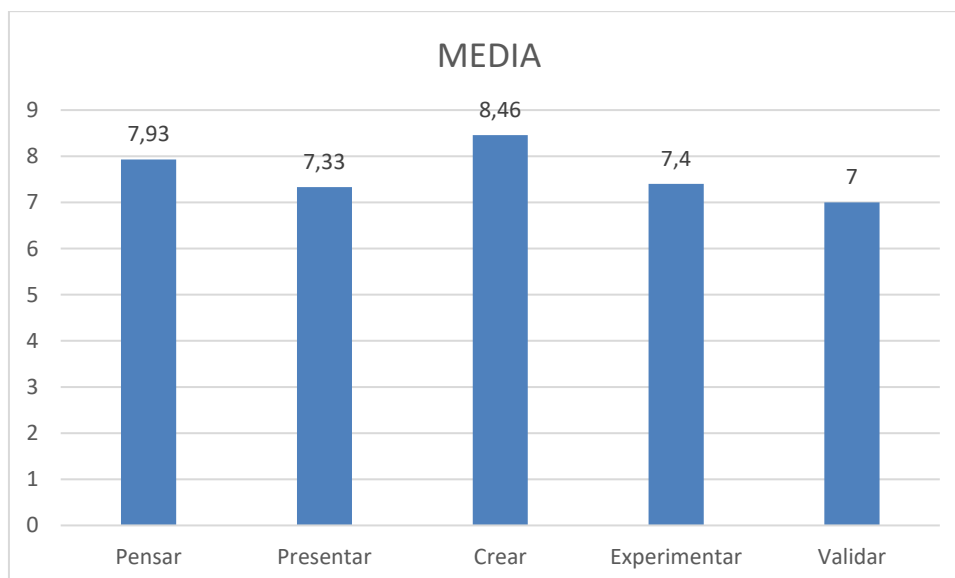


- No superado:  $\leq 4.99$
- Bajo:  $5 \leq 6.99$
- Medio:  $7 \leq 8.49$
- Alto:  $8.5 \geq 10$

De acuerdo a este ejercicio práctico se va a realizar un análisis cuantitativo de como incide la creatividad dentro de las distintas competencias y como estas han marcado el desarrollo del ejercicio.

En primer lugar, se calcula la nota media de la muestra de la clase por etapas de diseño. Para ello se realiza una evaluación numérica en base 10 de cada uno de los indicadores de cada etapa (Imagen CP.2.18).

Al igual que en el caso anterior se realiza los cálculos sin la aplicación de los pesos de evaluación con el fin de obtener datos estadísticos de una manera equitativa.



Fuente: Elaboración propia (2018)

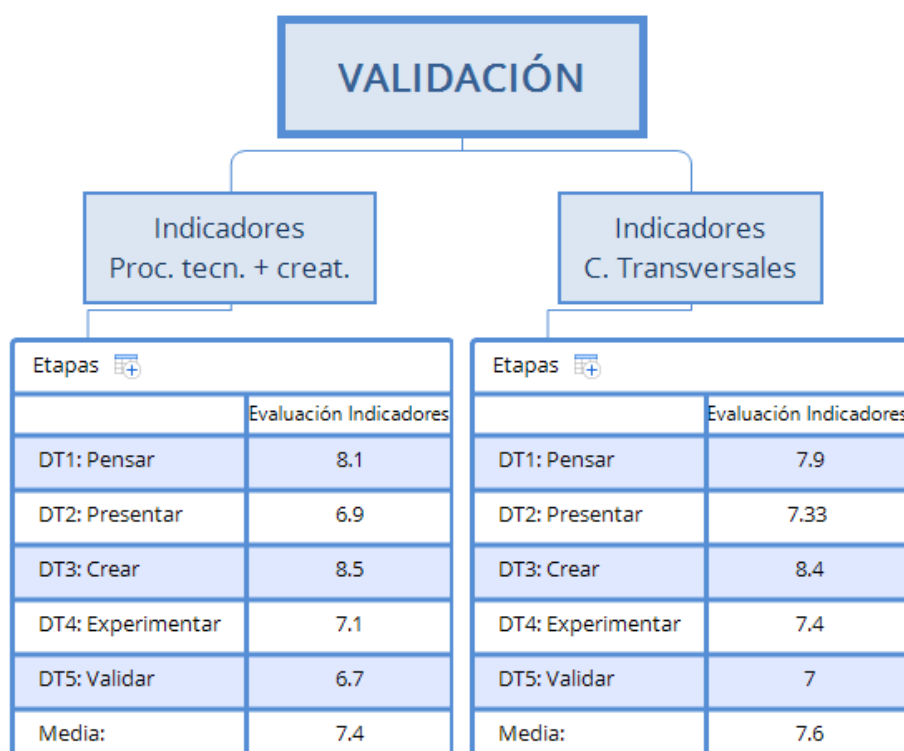
#### Imagen CP.2.18. Media numérica indicadores transversales por etapas

Como se puede observar las dos primeras etapas adquieren la mayor media evaluativa del ejercicio. Si se realiza una comparación con la media adquirida en el proceso tecnológico bajo la influencia de indicadores creativos, se obtienen unos datos muy similares de evaluación en cada una de las etapas. Esto hace indicar la posible incidencia de creativa en las distintas competencias.

En la Imagen CP.2.19 se muestra la comparativa de la media obtenida en el proceso tecnológico junto con los indicadores creativos y la media obtenida en las competencias transversales.

Realizando una comparativa se observa que las evaluaciones obtenidas se asemejan en cada una de las etapas. Haciendo especial mención en las tres primeras etapas que se distancian en dos, uno y tres puntos respectivamente.

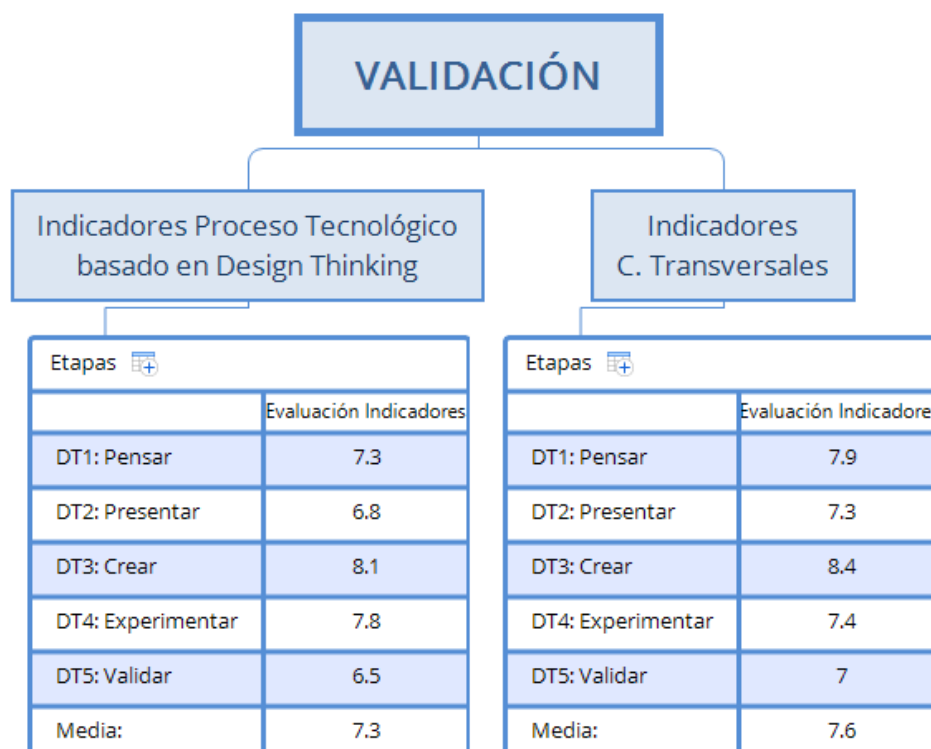
En la Imagen CP.2.20 se muestra la comparativa con el proceso tecnológico, pero sin que influyan los indicadores de creatividad. Se puede observar en general una mayor distancia evaluativa de los indicadores, en especial la primera etapa con un rango de 0.6 puntos.<sup>116</sup>



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.19. Media numérica incidiendo la creatividad**

<sup>116</sup> Ciertamente es que este caso de estudio, al intervenir los indicadores de creatividad, automáticamente condiciona la evaluación de las competencias transversales. No obstante, se tratan los datos desde un punto objetivo a las muestras obtenidas estadísticamente.



Fuente: Elaboración propia (2018)

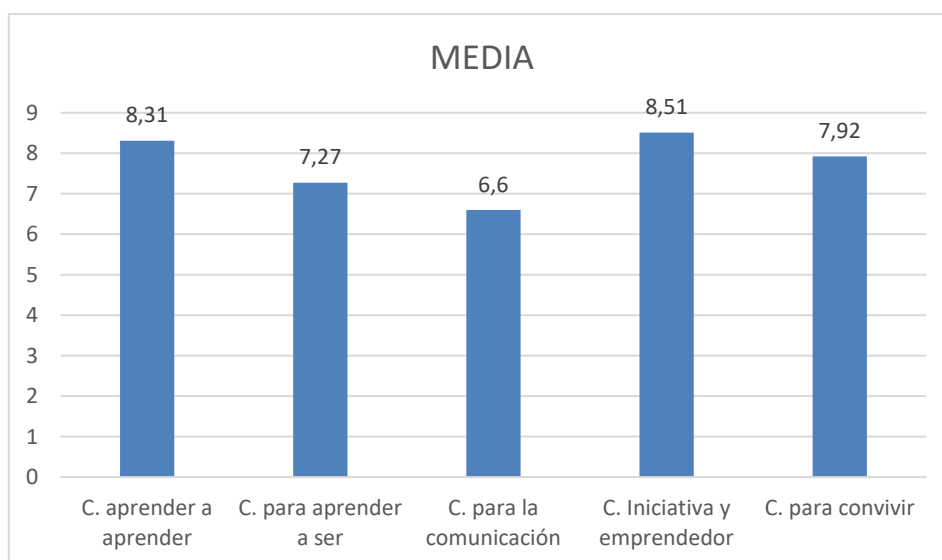
**Imagen CP.2.20. Media numérica sin incidir creatividad**

A continuación, se realiza una evaluación desde el punto de vista de las propias competencias transversales en la cual obtienen tanto los valores descriptivos y los numéricos. En la Imagen CP.2.21 se observa la validación numérica obtenida en cada una de las competencias.

La competencia para la iniciativa y emprendedor es la mejor valorada en cuanto a validación. Esta referencia es lógica ya que como el propio plan Heziberri 2020 establece que en la asignatura de tecnología esta competencia esta íntegramente relacionada.

También se puede destacar la competencia de aprender a aprender. Con el segundo mayor rango de validación destaca como una competencia que generalmente se asocia con materias de carácter social y artística dentro del plan Heziberri 2020.

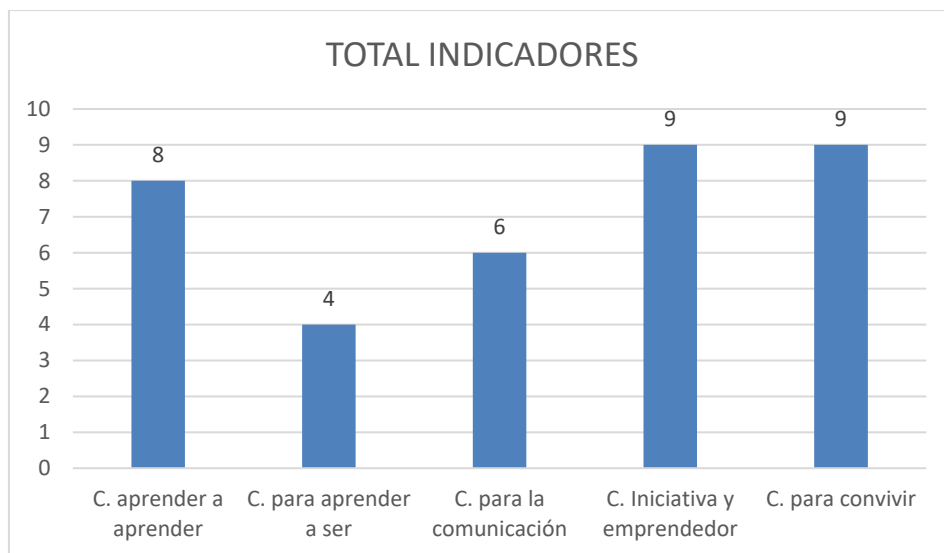
Se confirma con estos datos que al aplicar indicadores con un carácter creativo y ajenos a las materias comúnmente asociadas con las ciencias y la tecnología no varía a negativo la media evaluativa de la competencia.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.21. Validación numérica indicadores transversales**

En la Imagen CP.2.22 se puede observar el número de indicadores utilizados en este caso de estudio.

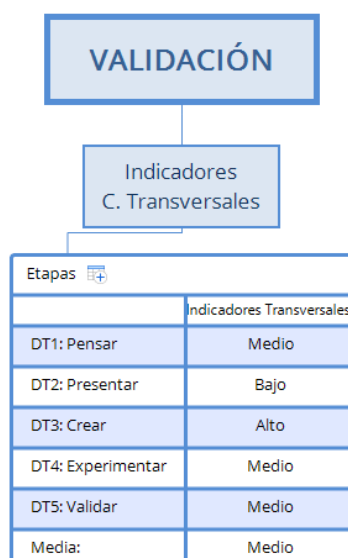


Fuente: Elaboración propia (2018)

#### **Imagen CP.2.22. Indicadores utilizados competencias Transversales**

Se han integrado un total de 36 de 45 indicadores transversales, lo que supone el 80% del total. Desde el punto de vista subjetivo e informes que se trasladan de los centros educativos una alta integración de las competencias.

En la Imagen CP.2.23 se muestra la validación final de la media de la muestra. Como se puede observar nos da la herramienta una validación de tipo “medio”.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.23. Validación competencias Transversales por etapas**

#### **CP.2.4.2. Validación competencias disciplinares**

La validación de las competencias disciplinares se utiliza la misma tabla de validación numérica y descriptiva que las transversales.

En este punto se analizará las distintas disciplinas que actúan en este caso de estudio. Cabe recordar que esta unidad didáctica se enmarca en la asignatura de tecnología y ha sido evaluada anteriormente con los criterios que forman los indicadores.

Para ello se va a estudiar como se han trabajado las distintas competencias y se realiza un análisis cuantitativo de como han influido de una manera interdisciplinar en cada etapa.

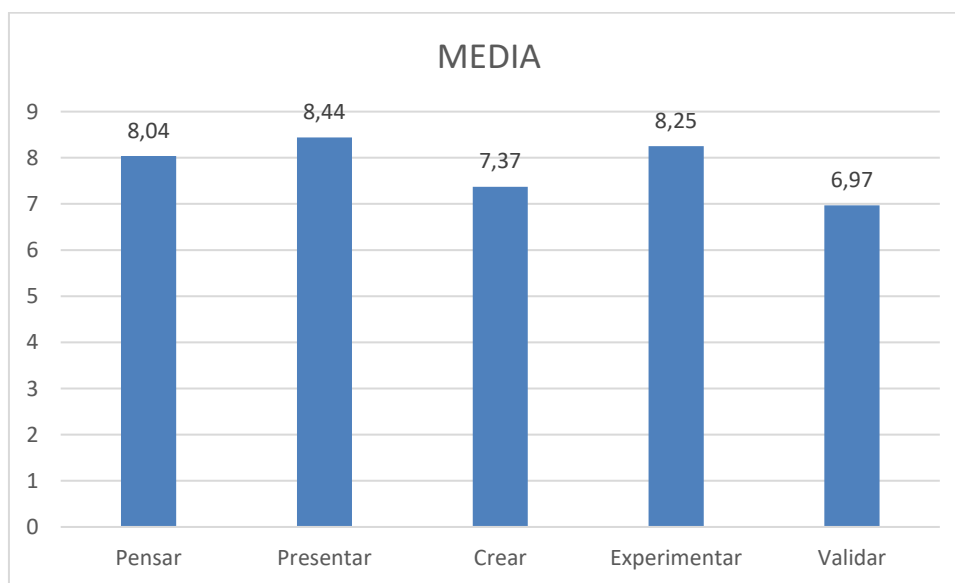
Como se ha dicho anteriormente, los indicadores disciplinares han sido seleccionadas por los autores de esta investigación y por el docente en tecnología que imparte el taller.

Es necesario resaltar que la competencia artística se entiende desde un concepto creativo y necesario para el desarrollo del proyecto. Por lo tanto, todos los indicadores pertenecientes a esta disciplina, se transforman y se valoran como un proceso creativo hacia el producto a idear u objetivos a solucionar dentro del proyecto.

Este acercamiento creativo permite la gestión de nuevas habilidades interpretativas dentro de una unidad didáctica de carácter tecnológico y científico. A la vez consigue

una aproximación de integración del concepto STEAM y como la “A” se hace un hueco a través de la metodología DiTec de una forma curricular.

Se realiza el primer cálculo con la herramienta diseñada para realizar una validación numérica de cómo actúan las competencias disciplinares en las etapas de diseño. En la Imagen CP.2.24 se puede observar la media de la muestra de la clase.



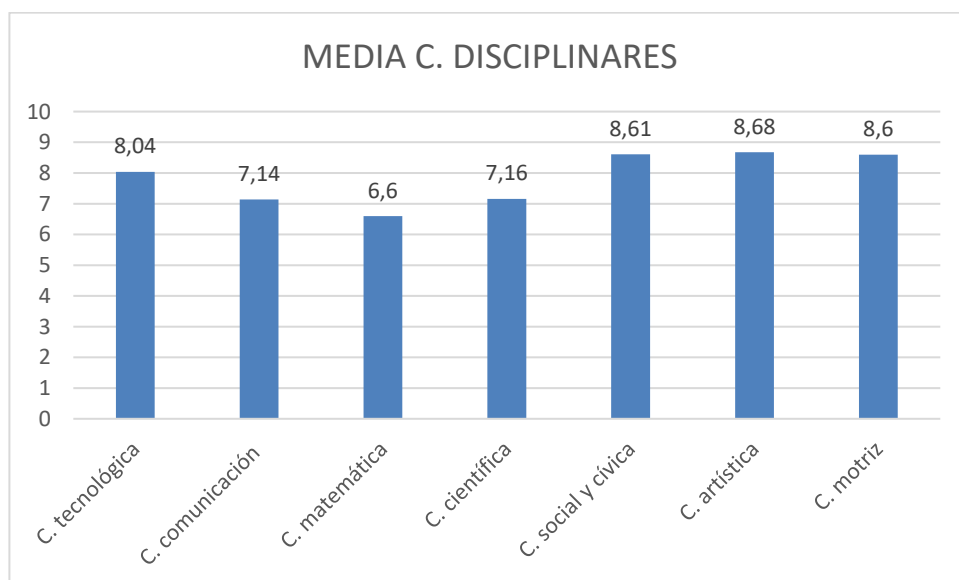
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.24. Nota media numérica indicadores disciplinares por etapas de diseño**

Como se puede observar en la imagen anterior, las 5 etapas se mantienen en un rango de validación de 1,7 puntos. Ligeramente destaca sobre el resto la etapa experimentar, pensar y presentar.

Cabe destacar este dato ya que estas tres etapas están compuestas con varios indicadores pertenecientes a las disciplinas creativas como la competencia artística, motriz, social y cívica.

Realizando un análisis de evaluación de las medias obtenidas en las competencias disciplinares se certifica que las competencias entendidas como creativas obtienen mayor media que el resto (Imagen CP.2.25).



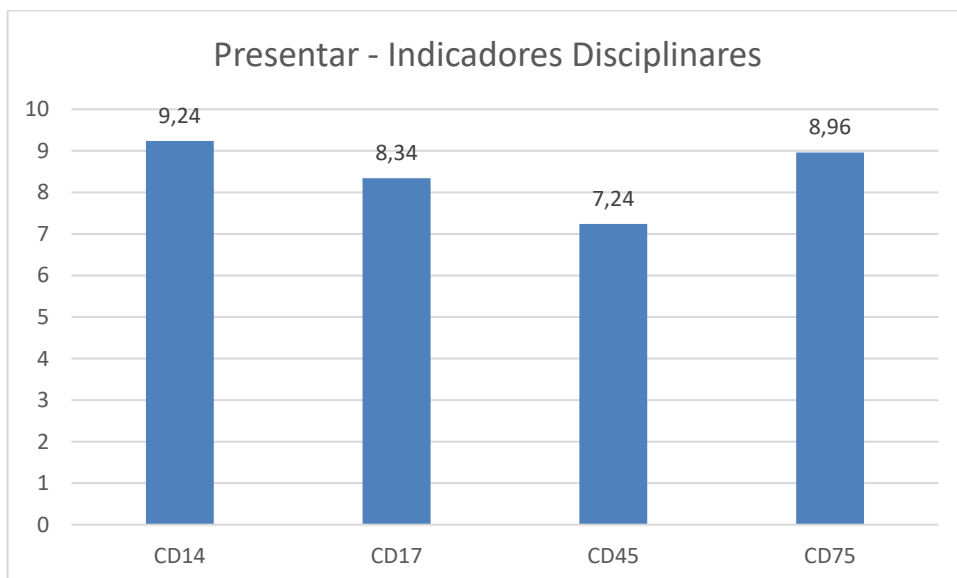
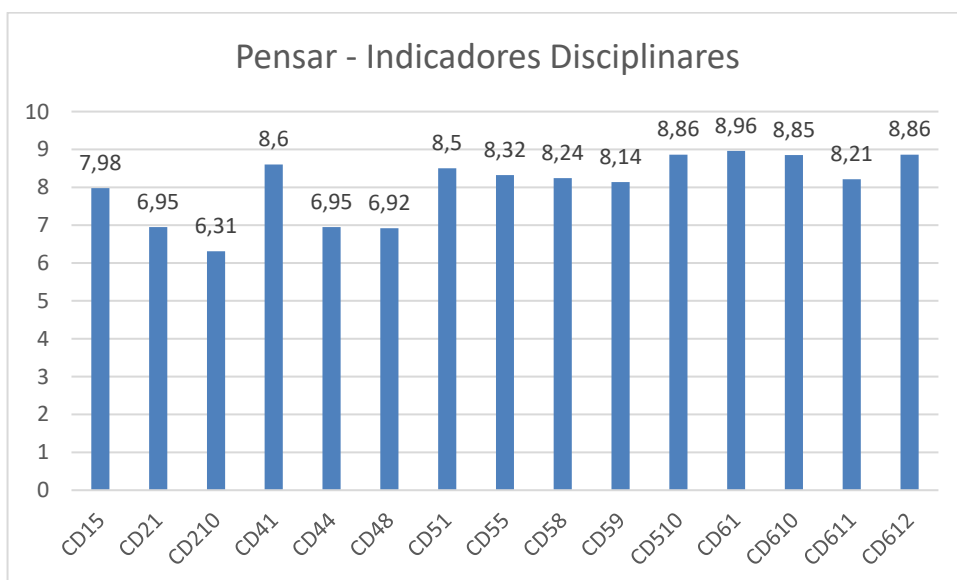
Fuente: Elaboración propia (2018)

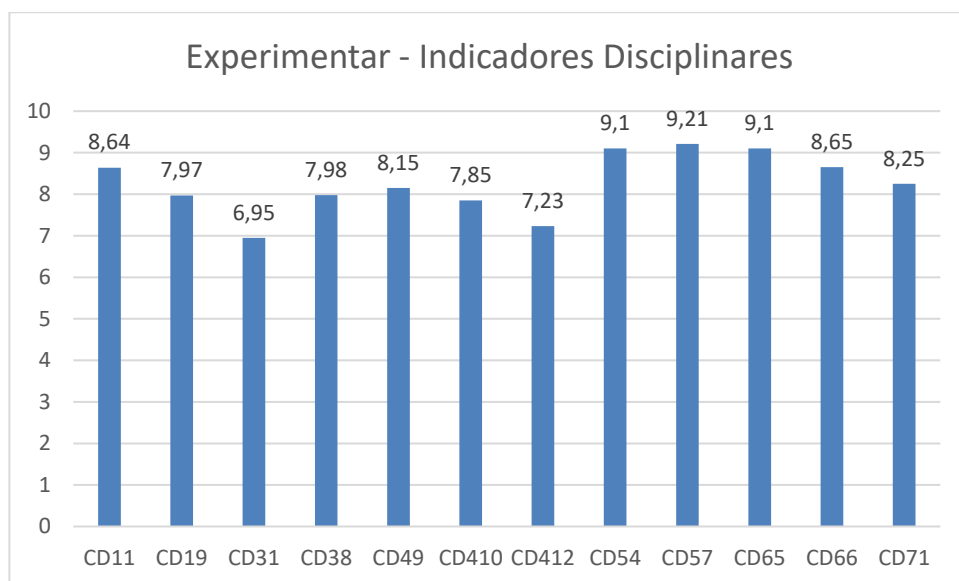
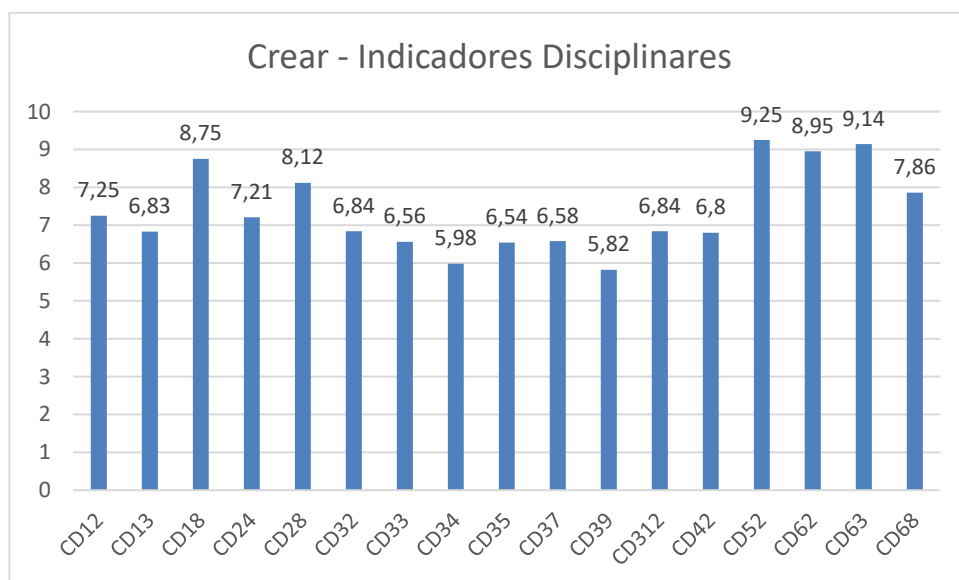
**Imagen CP.2.25. Nota media numérica indicadores disciplinares**

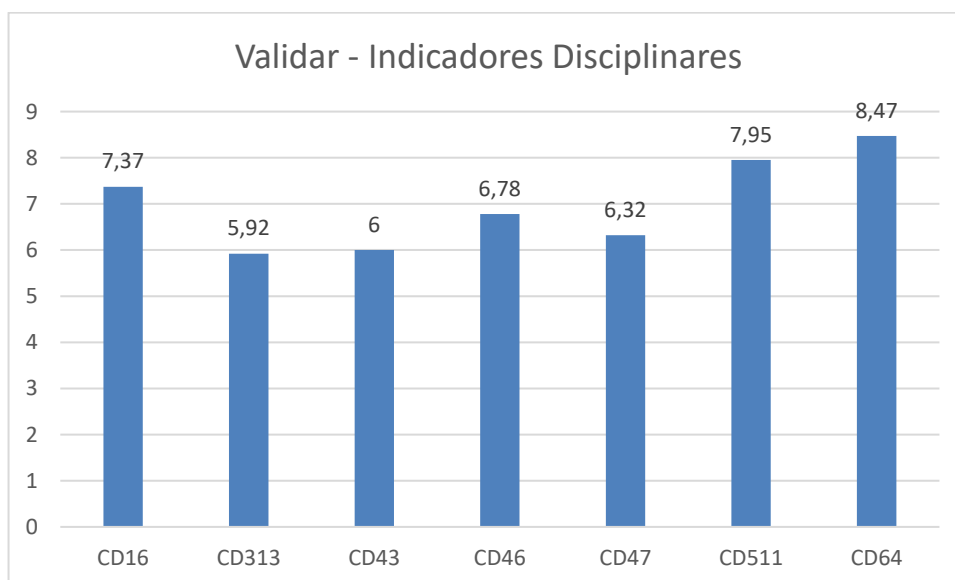
Si se suprime la evaluación de la disciplina tecnológica, ya que directamente es el área de actuación y aprendizaje en la asignatura de tecnología, se puede apreciar una diferencia de entorno a un punto en la evaluación final.

En la Imagen CP.2.26 se puede observar la toda la distribución de las medias obtenidas de la muestra de los indicadores por etapa. Se puede comprobar que en todas la que predominan indicadores denominados creativos, aumenta considerablemente la evaluación.









Fuente: Elaboración propia (2018)

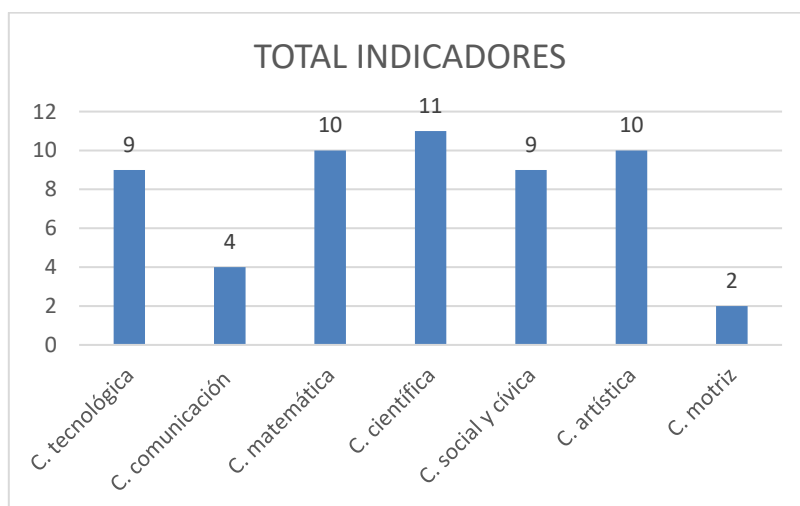
**Imagen CP.2.26. Evaluación de indicadores por etapas de diseño de forma independiente**

Desde un punto de vista estadístico se puede entender que para realizar una evaluación a iguales todas las etapas deberían de poseer el mismo número de indicadores de cada competencia.

Frente a este hecho se puede afirmar que, si se eliminasen los indicadores que componen el proceso creativo, la media de cada etapa se mantiene en un rango de validación de tipo “Medio” en las tres primeras etapas.<sup>117</sup>

A continuación, en la Imagen CP.2.27 se describen el número total de indicadores utilizados en este estudio multidisciplinar. Para este caso se han utilizado un total de 55 indicadores suponiendo en 67% del total.

<sup>117</sup> Se realiza en las tres primeras etapas ya que contienen aproximadamente el mismo número de indicadores de validación.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.2.27. Número de indicadores por etapas**

## *Caso Práctico 3.*

### **CP.3.1. Nuevas tecnologías en el proceso de diseño.**

#### *CP.3.1.1. Objetivos generales.*

Se realiza el tercer caso de estudio llevado a la práctica de forma completa donde se estudia la metodología DiTec y la herramienta diseñada para la evaluación y validación de esta y del uso de las nuevas tecnologías en el sistema curricular reglado.

La fabricación digital ha generado nuevos espacios y oportunidades para llevar a cabo ideas en productos y estos, convertidos en realidad mediante el prototipado y la impresión 3D como herramienta creativa y educativa.

Estas nuevas tecnologías están siendo incorporadas en los centros, lo que supone un avance didáctico dentro del currículo y un vínculo con las distintas materias disciplinares. Para ello es necesario el diseño de nuevas actividades en torno a estas tecnologías que genere aprendizaje y conocimiento y evolucionar así en el programa docente.

La creatividad dota al alumno de alcanzar múltiples soluciones ante un mismo problema. Esto, llevado a un escenario de aprendizaje tecnológico y científico mediante la metodología DiTec, ha permitido el desarrollo de un ejercicio donde ha sido posible evaluar indicadores de distintas competencias e incluso de origen artístico y social.

En este caso práctico, se introducirá en todas las etapas que componen la metodología diseñada un escenario basado en la fabricación digital y maker con el fin de analizar de

manera cuantitativa cómo influye el uso de estas tecnologías en la creatividad y en la evaluación educativa del alumno.

Desde una perspectiva STEAM, la fabricación digital abre nuevas oportunidades a la generación de aprendizaje y conocimiento multidisciplinar.

#### **CP.3.1.2. Muestra.**

Este experimento se desarrolla con una muestra de 38 niños comprendidos entre las edades de 14 y 16 años divididos en grupos de 4 personas y realizando una evaluación individual.

Este estudio se desarrolla fuera del horario escolar dentro del programa Txikitech, pero bajo los concionantes que indica el sistema curricular reglado a la hora de ofertar el programa educativo.

El ejercicio ha sido llevado a cabo durante 20 sesiones a lo largo del curso 2017-2018.

Con el fin de aproximarnos a una realidad, este ejercicio es impartido por un docente de la asignatura de tecnología, que ha sido formado en la metodología DiTec y en el uso de las nuevas herramientas que utilizarán para la resolución del problema. Siempre bajo la atenta supervisión de los autores de esta investigación.

#### **CP.3.1.3. Caso de estudio: Procedimiento.**

Para el desarrollo de esta experiencia, se ha diseñado una unidad didáctica y se han realizado varios casos prácticos previos a lo largo de la investigación.<sup>118</sup> Esta, queda reflejada en la publicación de una revista internacional que se puede leer en el Anexo 5.

Como se ha visto en capítulos anteriores, la robótica educativa se convierte en un recurso que facilita el aprendizaje y ayuda a desarrollar nuevas competencias curriculares. No solo en el ámbito de las STEM, sino que también permite la socialización, el desarrollo creativo y sobre todo la capacidad de dar una respuesta tecnológica a los continuos cambios sociales.

Para este caso de estudio se trabajará desde un escenario con tecnologías de fabricación digital y aditiva, y a través de la robótica se aprovechará su capacidad multidisciplinar para generar un ambiente de conocimiento y el alumno pueda llevar a cabo sus ideas mediante la imaginación y dar soluciones a un problema.

Los indicadores de evaluación muestran la importancia que adquiere el proceso de diseño y como puede influir en el desarrollo de un producto y en el propio aprendizaje dentro del sistema curricular reglado. Como se ha visto en el caso de estudio anterior, al realizar un aprendizaje multidisciplinar STEAM con una alta componente evaluado-

---

<sup>118</sup> International Journal of innovative trends in engineering. ISSUE: 66, Volume 43, number 01, July 2018.

ra basada en la creatividad, llamó la atención las etapas de “experimental” y “validar” con unos índices más bajos de la media respecto las dos etapas anteriores.

Desde un punto de vista cualitativo a través de la observación y el contacto con los alumnos se concibe que el alumno trata la etapa experimental y la etapa validar como un medio para conseguir un fin y no como un medio para encontrar soluciones a un fin.

La metodología desarrollada trata de integrar en el currículo las nuevas tecnologías mediante procesos de diseño. Para dar respuesta al párrafo anterior, se llevará a cabo un ejercicio que se obtenga un rango de evaluación equitativa en todas las etapas de diseño con el fin de analizar el uso de la fabricación digital y la robótica en un proceso creativo y el sistema curricular reglado.

Los objetivos principales son:

- La realización de un ejercicio donde se implementen las nuevas tecnologías dentro de un proyecto y este sea desarrollado a partir de metodologías basadas en el diseño. Este será materializado por los alumnos y dirigido por el docente y que posteriormente será evaluado obteniendo una nota que indica el grado de aprendizaje y conocimiento.
- La integración de nuevos indicadores que hacen alusión al uso de la fabricación digital y la robótica, así como los procesos creativos dentro de las etapas del diseño.
- La integración de la metodología DiTec y las nuevas herramientas tecnológicas como medio de aprendizaje y creatividad.
- Análisis de las competencias disciplinares desde una perspectiva multidisciplinar STEAM y cómo influyen mediante el uso de la fabricación digital y la robótica.
- Validación y puesta a punto de la herramienta de evaluación diseñada para su uso a través del docente.

Para el desarrollo de este caso de estudio se propone un tema actual del día a día y que forme parte de sistema curricular. El tema elegido a desarrollar es un robot que, partiendo de módulos ya diseñados y fabricados, deberán de diseñar y programar un nuevo módulo para su finalización.

Para la elección de indicadores creativos se cogen como referencia la plantilla del proceso creativo mediante el uso de estrategias de *design thinking*, desarrollado por el Instituto de Diseño de Stanford.

Para la elección de indicadores basado en la fabricación digital y robótica se cogen como referencia datos de experiencias realizadas durante esta investigación y que se materializan en este caso de estudio.

En la imagen 12.1 se puede observar la *plantilla* de metodología DiTec que ha sido rellenada por el docente de acuerdo con los objetivos que marca el currículo educativo Heziberri 2020 para la generación de unidades didácticas.



A- METODOLOGÍA CURRICULAR							
· <b>COMPRENDER Y DEFINIR PROBLEMA</b>							
<p>La impresión 3D está tomando cada día más fuerza en la sociedad, donde cosas como el movimiento MAKER ayuda a su crecimiento, pudiendo compartir, aprender o crear nuevas ideas. Gracias a esto podemos crear nuestros propios proyectos y llevarlos a cabo hasta convertirse en un producto físico, todo esto con la ayuda de la impresora 3D.</p>							
· <b>DISEÑO:</b>							
<table border="1"> <tr> <td>Individual</td> <td>Grupo</td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> </tr> </table>	Individual	Grupo		X	<table border="1"> <tr> <td>Estrategia</td> </tr> <tr> <td>Proceso tecnológico basado en design thinking</td> </tr> </table>	Estrategia	Proceso tecnológico basado en design thinking
Individual	Grupo						
	X						
Estrategia							
Proceso tecnológico basado en design thinking							
<p><b>Herramientas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Diodos LED (Verde, rojo y amarillo), 2 servomotor, 1 placa Arduino, sensores, cables macho-hembra (varios).</li> <li>· Mblock, ordenador, ratón, impresora 3D, Sketch Up, Cura</li> </ul>							
· <b>IDEAR Y PROTOTIPAR</b>							
<p><b>Resolución de problema</b></p> <p>Varias de las ideas o productos que utilizamos pueden ser mejorados, haciendo unos cambios específicos en ellos. También puede valer como fuente de inspiración a la hora de diseñar nosotros nuestros propios objetos.</p>							
<p><b>Representar solución</b></p> <p>Utilizar la fabricación digital e impresión 3D y la robótica como herramienta educativa para potenciar la creatividad y un aprendizaje multidisciplinar en área de la tecnología.</p>							
· <b>EVALUAR</b>							
<p><b>Tarea</b></p> <p>Aplicando una metodología ABPDP, diseñar, programar y prototipar los módulos necesarios para finalizar el robot mediante fabricación digital e impresión 3D.</p>							
<p><b>Objetivos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Promover la participación en grupo y la toma de decisiones</li> <li>· Mejorar las habilidades creativas aplicadas a la tecnología</li> <li>· Hacer uso y adquirir conocimientos de la impresora 3D</li> <li>· Hacer las instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento de la impresora</li> <li>· Diseñar y crear una pieza física impresa en 3D</li> <li>· Revisión y mejoras del prototipo diseñado</li> <li>· Ensamblar y programar el conjunto de las piezas que forman el robot</li> </ul>							
<table border="1"> <tr> <td>Competencias Básicas</td> <td>Competencias Tansversales</td> </tr> <tr> <td>Se muestran en el apartado evaluación.</td> <td>Se muestran en el apartado evaluación.</td> </tr> </table>	Competencias Básicas	Competencias Tansversales	Se muestran en el apartado evaluación.	Se muestran en el apartado evaluación.	<table border="1"> <tr> <td>Competencias Tansversales</td> </tr> <tr> <td>Se muestran en el apartado evaluación.</td> </tr> </table>	Competencias Tansversales	Se muestran en el apartado evaluación.
Competencias Básicas	Competencias Tansversales						
Se muestran en el apartado evaluación.	Se muestran en el apartado evaluación.						
Competencias Tansversales							
Se muestran en el apartado evaluación.							

B- PROCESO TECNOLÓGICO BASADO EN DESIGN THINKING	
· PENSAR:	
Comprender	Herramientas TIC
Investigar y documentar los distintas partes que componen el producto. Sintetizar la información e interpretar cuales son los elementos que san solución a los problemas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Búsqueda en Google o cualquier buscador online</li> <li>· Búsqueda en plataformas o bibliotecas online</li> </ul>
· PRESENTAR:	
Definir	Software
Generar nuevas propuestas a través del dibujo 3D y la fabricación digital que puedan dar soluciones al problema a desarrollar. Idear dos ruedas y un módulo para el robot.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SketchUp</li> </ul>
· CREAR:	
Idear	Hardware
Matizar las ideas que se puedan llevar a cabo. Realizar mejoras y diseñar digitalmente el prototipo a fabricar. Puesta a punto de la impresora 3D y prototipado de ideas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Cura</li> <li>· Impresora 3D</li> </ul>
· EXPERIMENTAR:	
Prototipar	Utillaje
Ensamblar las piezas ideadas y prototipadas en el robot, programar los sensores y el Arduino y comprobar el funcionamiento del producto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Arduino Uno</li> <li>· Sensores</li> <li>· Mblock</li> </ul>
· VALIDAR	
Evaluar	Autoevaluación
Realizar una presentación del proyecto explicando los pasos y decisiones tomadas en cada etapa que han dado a la solución del producto final.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Google drive</li> <li>· Google Classroom</li> <li>· Kahoot</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.1. Plantilla caso de estudio 3**

#### CP.3.1.4. Evaluación.

Una vez que el profesor ha generado la unidad didáctica mediante la plantilla diseñada, desarrolla los criterios de evaluación que debe superar el alumno. Para ello, como en los casos de estudio anterior se establecen los pesos de evaluación,

Para este experimento, se va a establecer un mayor porcentaje de evaluación a las etapas de crear, experimentar y definir. En la Imagen CP.3.2 se observa los pesos que adquieren:

The diagram illustrates the evaluation process. It starts with a box labeled 'EVALUACIÓN', which points to 'Proceso Tecnológico', which in turn points to a table titled 'Adjudicación Pesos'. The table lists five Design Tasks (DT) with their respective weights and a final 'Evaluación Conjunto' row.

Adjudicación Pesos	
	Pesos
DT1: Pensar	10 %
DT2: Presentar	15 %
DT3: Crear	25 %
DT4: Experimentar	25 %
DT5: Validar	25 %
Evaluación Conjunto:	100 %

Fuente: Elaboración propia (2018)

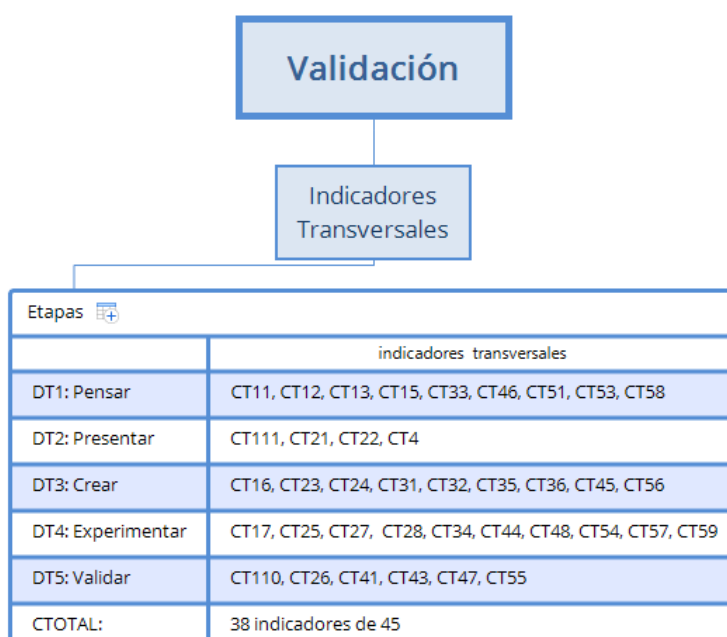
**Imagen CP.3.2. Adjudicación pesos de evaluación**

A pesar de que los pesos poseen distintos porcentajes, de cara al análisis y resultados del caso de estudio, se tratarán equitativamente. Adquieren este porcentaje de cara a la evaluación final de los alumnos y para la comprobación y ajustes de la herramienta diseñada.

Una vez seleccionado el valor de los pesos, se eligen los indicadores y los logros que deben superar los alumnos. En este caso se han añadido nuevos con el fin de estudiar el comportamiento de las nuevas tecnologías de fabricación digital y robótica en el currículo educativo.

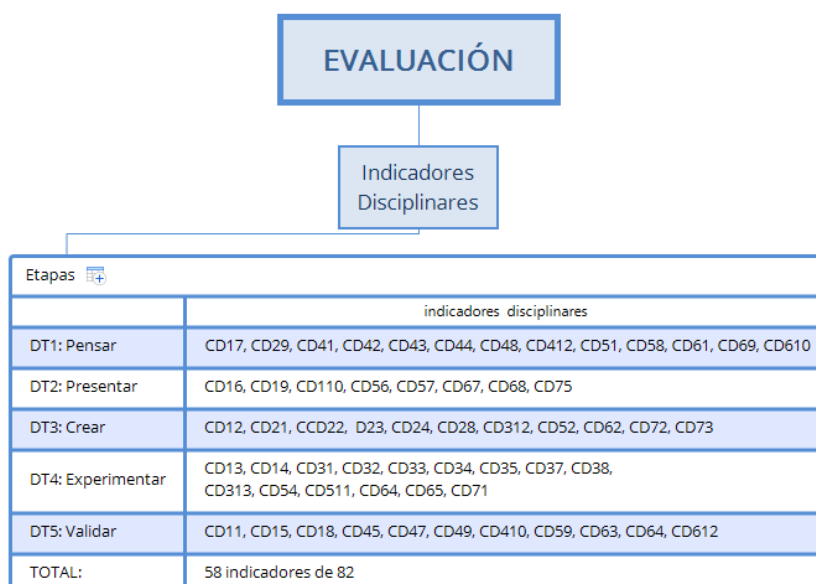
Como en el caso anterior, para el estudio y análisis creativo se escogen como referencia el uso de estrategias basadas en *design thinking*, desarrollado por el Instituto de Diseño de Stanford.

A continuación, se describen que indicadores de las competencias transversales y disciplinares se va a utilizar. Estos los encontramos descritos en el Anexo II y Anexo III respectivamente. En la Imagen CP.3.3 e Imagen CP.3.4, se muestran los siguientes:



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.3. Adjudicación competencias transversales**



Fuente: Elaboración propia (2018)

#### Imagen CP.3.4. Adjudicación competencias disciplinares

Como se ha comentado anteriormente, además de realizar una evaluación que genere las notas de los alumnos se quiere estudiar mediante la misma, el impacto que recibe a través de los indicadores el uso de las nuevas tecnologías.

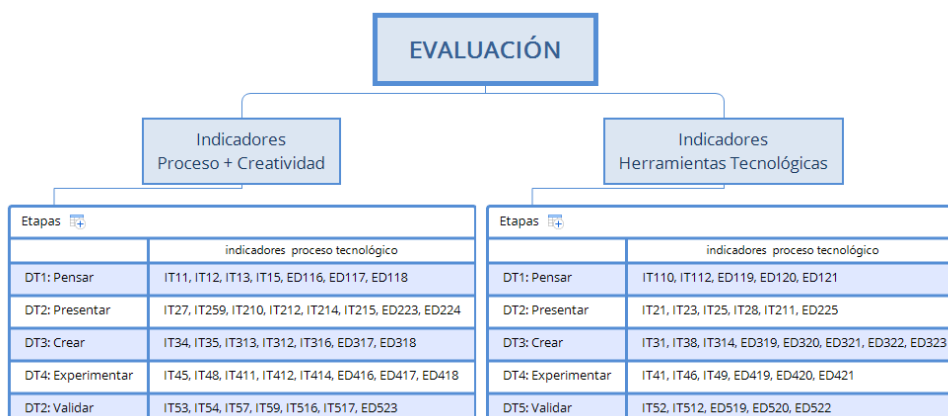
En este caso de estudio, los indicadores que se introducen para analizar y evaluar la creatividad en las etapas de diseño se van a englobar dentro del proceso. En el capítulo anterior, además de otras experiencias piloto que se han realizado, el uso de indicadores creativos ha favorecido los índices de logro de los alumnos. Por lo tanto, en esta experiencia, se asumen estos indicadores como parte integradora del proceso tecnológico basado en *design thinking*.

A su vez, se estudia el comportamiento de las nuevas tecnologías dentro del currículo educativo y se añadirán nuevos indicadores relacionados con el uso de las nuevas herramientas.

Para analizar el impacto que generan, el proceso tecnológico se separa en dos conjuntos:

- Proceso a seguir y creatividad
- Herramientas tecnológicas

En la Imagen CP.3.6 se puede observar cómo queda dividido el proceso en dos partes.



Fuente: Elaboración propia (2018)

### Imagen 12.6. División proceso tecnológico

A continuación, los nuevos indicadores de creatividad y herramientas tecnológicas que serán evaluados, se describen de la siguiente manera:

· **Pensar:**

ED116: Genera criterios para pensar ideas y contrarrestarlas posteriormente.

ED117: Genera inspiración de ideas para el equipo.

ED118: Enmarca el problema con un enfoque directo.

ED119: Hace un correcto uso de las TIC como medio de almacenaje y comunicación de la documentación analizada.

ED120: Idea estrategias para la búsqueda y análisis de información a través de los soportes digitales y las TICs.

ED121: Genera recursos tecnológicos para que el grupo pueda interpretar y posteriormente idear.

· **Presentar:**

ED223: Aprende sobre el producto y sus compañeros.

ED224: Llegan a acuerdos en el grupo y reparte responsabilidades

ED225: Descubren áreas inesperadas de exploración creando mayor volumen y mayores opciones para innovar.

· Crear:

ED317: Crea un espacio para desarrollar ideas sobre previas ideas.

ED318: Crea un espacio de trabajo para desarrollar brainstorms y construye ideas sobre previas ideas.

ED319: Piensa sobre múltiples ideas que son obvias y por la tanto aumentan el potencial de innovación y el set de posibilidades.

ED320: Utiliza el dibujo y maquetas para controlar el proceso hacia la búsqueda de soluciones.

ED321: Relaciona y utiliza herramientas tecnológicas y otras disciplinas para la generación de ideas.

ED322: Evalúa alternativas para el desarrollo de ideas distintas sin comprometerse a un demasiado tiempo.

ED323: Crea recursos para el desarrollo del boceto a través del software utilizado.

· Experimentar:

ED416: Inventa y construye para pensar en resolver el problema.

ED417: Idea y prototipa para pensar en la búsqueda de soluciones.

ED418: Utiliza la experimentación y el prototipo para controlar el proceso de la creación de soluciones.

ED419: Genera el código correspondiente al problema planteado,

ED420: Distingue los componentes y partes funcionales de una impresora 3D y conecta adecuadamente los periféricos y software.

ED421: Lleva a cabo el mantenimiento y limpieza de la impresora 3D y la configura para el siguiente que la utilice.

· Validar:

ED519: Expone y comunica de manera digital las ideas y decisiones adoptadas.

ED520: Compara los prototipos realizados y si es necesario rediseña los pasos previos.

ED521: Solicita feedback y opiniones externas sobre los prototipos que han creado.

ED522: Genera criterios a través del prototipo para evaluar ideas y contrarrestarlas posteriormente.

ED523: Interpreta la solución desarrollada en base al prototipo creado.

### CP.3.2. Resumen caso práctico III.

La fabricación digital junto con las impresoras 3D son una de las nuevas tecnologías que está irrumpiendo con fuerza en las aulas desde hace ya unos años. Estas a día de hoy, cada vez son más asequibles debido a la reducción de los costes y a las oportunidades del movimiento DIY y open source, haciendo posible la fabricación de una impresora propia.

La utilización de estas en las aulas ha provocado un gran abanico de posibilidades en el profesorado como recurso y herramienta a la hora de programar actividades y diseñar nuevas unidades didácticas. Se ofrece al alumno nuevas experiencias en el aprendizaje y la capacidad de poder participar en la fabricación de sus propias ideas.

Pero para el desarrollo de estas nuevas unidades es necesario un conocimiento extra del docente que va más allá del mero funcionamiento de la máquina o de su aplicación en un caso práctico.

El docente debe estar capacitado de gestionar una metodología que implique un aprendizaje en base a los criterios establecidos por el programa curricular y fomentar además una competencia digital con un enfoque creativo y multidisciplinar.

Para el desarrollo de este caso práctico se realizará bajo una metodología DiTec y se enseñará al alumno a enfrentarse a un problema real que tendrá que pensar, idear y prototipar para dar soluciones dentro de las competencias que guía la asignatura de tecnología.

De esta manera se pretende que el alumno diseñe soluciones bajo un aprendizaje multidisciplinar STEAM y fomentar la creatividad, el espíritu emprendedor, la toma de decisiones y el trabajo el grupo en un escenario científico y tecnológico.

Para ello se utilizará la fabricación digital como el medio de expresión de las ideas pensadas, la impresora 3D como la herramienta para el prototipado de las ideas y la robótica como el nexo de unión de la creatividad y la innovación.

El ejercicio a realizar consta de terminar de ensamblar un robot modular propuesto por el docente mediante el diseño de ambas ruedas y un módulo que se situará en el eje delantero.

El robot se programará para su correcto funcionamiento:

- Las ruedas y el módulo delantero deben ser diseñados correctamente para poder ser ensamblados mediante tornillería en los servomotores y el chasis respectivamente.
- Debe estar correctamente dimensionado en base a las ideas establecidas.
- Debe poder girar sobre sí mismo, hacia adelante y hacia detrás.
- El robot deberá ser programado para seguir una línea recta y con curva a la derecha y otra a la izquierda.



- Las ideas se prototiparán mediante impresión 3D. Posteriormente se ensamblarán y se programarán mediante mBlock para validar su funcionamiento.

A continuación se desglosa un resumen de las 5 etapas del ejercicio desarrollado.

#### **CP.3.2.1. Pensar.**

El profesor realiza los apuntes teóricos necesarios para que los alumnos comiencen el proyecto. Estos son introducidos en la nube para su posterior descarga y almacenamiento en cada dispositivo. Desde el primer momento se intenta fomentar el uso de las herramientas tecnológicas que dispone el centro. Se generan distintos grupos y cada miembro del equipo asume un rol.

Al tratarse de un ejercicio de vocación multidisciplinar se fomenta en esta etapa el uso del inglés como una segunda lengua. Además de otros medios de comunicación tecnológica como pueden ser emails o recursos que ofrece el sistema operativo y Google en este caso.

Uno de los objetivos principales es generar empatía dentro del grupo, conocerse y entender la forma de pensar de cada miembro del equipo. De esta manera se consigue un abanico de perspectivas que pueden dar lugar a múltiples ideas.

Los alumnos comienzan una búsqueda a través de Google y diferentes plataformas y medios digitales. Toda esta documentación es almacenada y gestionada para comenzar a desarrollar las primeras ideas.

#### **CP.3.2.2. Presentar.**

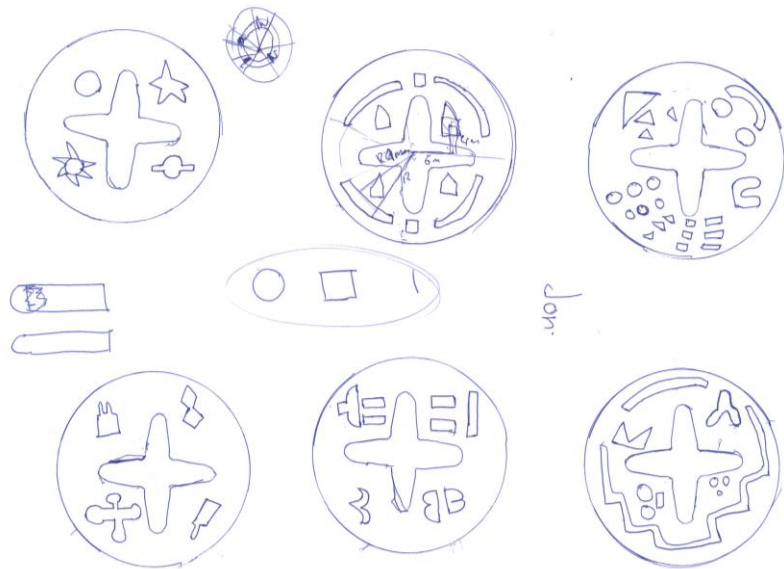
Se generan los primeros criterios para que puedan ser ideados y creados en la siguiente etapa. Se realiza un análisis de la necesidad del problema y se comienza a trabajar en los primeros conceptos que puedan inducir el camino a la solución.

Se generan conexiones con otros grupos de trabajos posibilitando además una evaluación y autoevaluación del proyecto.

Éstas, antes de ser propuestas digitalmente, se desarrollan mediante técnicas plásticas de tradicionales. Se utiliza el dibujo a mano alzada o pequeños prototipos en cartulina y plastilina para su representación.

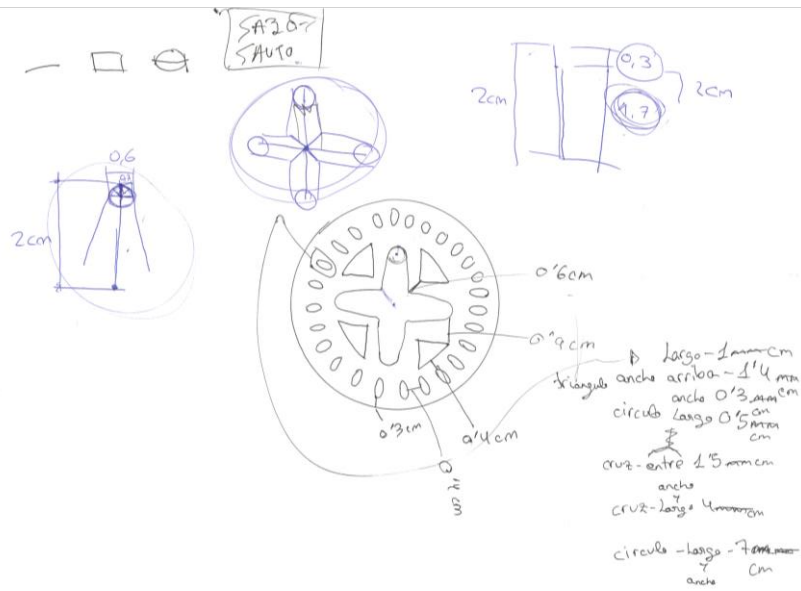
En la Imagen CP.3.7 e Imagen CP.3.8 se muestra un ejemplo de dibujos propuestos por un alumno de posibles ruedas a desarrollar. Con la ayuda del profesor se generan y se dirigen las propuestas determinando cuáles son válidas o no para comenzar la siguiente etapa.

Se realiza una recopilación de las ideas y se presentan digitalmente. Para ello todos los dibujos son digitalizados y se hace una composición y maquetación para ser presentados al docente.



Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen CP.3.7. Bocetos rueda etapa pensar



Fuente: Elaboración propia (2018)

Imagen CP.3.8. Aplicación de dimensiones a los bocetos

### **CP.3.2.3. Crear.**

El docente hace disposición a los alumnos del material y los recursos necesarios para comenzar la siguiente etapa del proceso. Para ello, se realiza un recordatorio del software aprendido anteriormente en la clase de dibujo técnico.

En esta etapa al igual que en la primera entra en escena logros de otras disciplinas que el alumno debe superar. Es este caso se trata del cálculo dimensional del objeto a idear, así como su dibujo en 3D. A parte de los tecnológicos, entran en acción indicadores de evaluación de las matemáticas y conceptos aprendidos en otras disciplinas como el dibujo técnico y la informática.

Con el fin de fomentar desarrollo creativo, no solo se trabajará con medios digitales, sino que también se utilizarán recursos con el dibujo a mano alzada, la maquetación con plastilina, papel y cartón, signos mediante expresiones a través del cuerpo, utilización de post-it, etc.

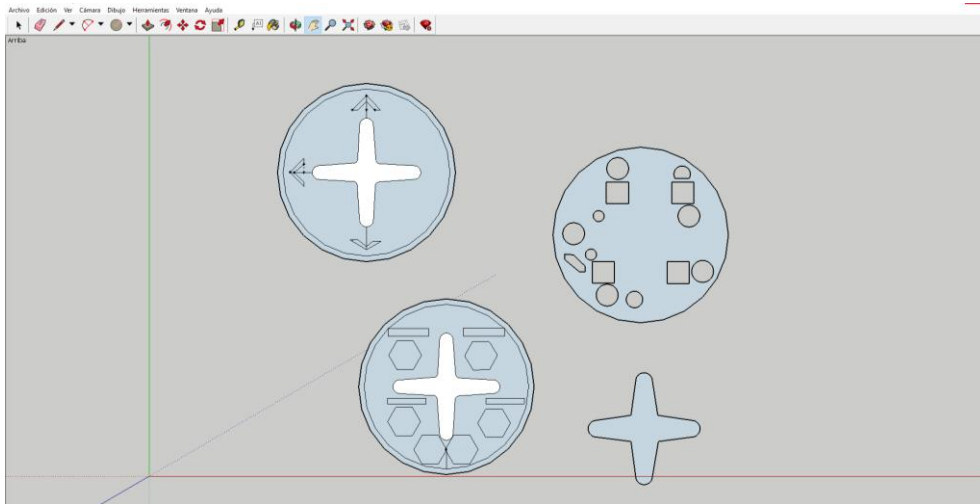
Los alumnos comienzan a llevar a cabo sus primeras ideas y generar las primeras propuestas que lleven a posibles soluciones del problema. Se comienza a dibujar digitalmente a través del software SketchUp. Se pide un dibujo rápido, que carezca de las dimensiones que favorece el ensamblado con el robot. La idea óptima es generar múltiples soluciones que den viabilidad al producto final sin importar que estas puedan ser o no funcionales.

En la Imagen CP.3.9 e Imagen CP.3.10 se muestra un ejemplo de diferentes ideas desarrolladas por los alumnos en esta etapa. En la primera se muestra distintas opciones que ha generado un grupo. En la segunda imagen, el alumno genera sus propios recursos para poder llevar a cabo la idea a un formato digital.

Para ello se generan los conceptos y los recursos para hacer el prototipo y poder así crear soluciones innovadoras. Como en el caso de estudio anterior para el desarrollo creativo de este ejercicio no se pretende buscar la idea correcta o la más ajustada, sino crear el mayor número de posibilidades que nos acerque al siguiente paso de experimentación.

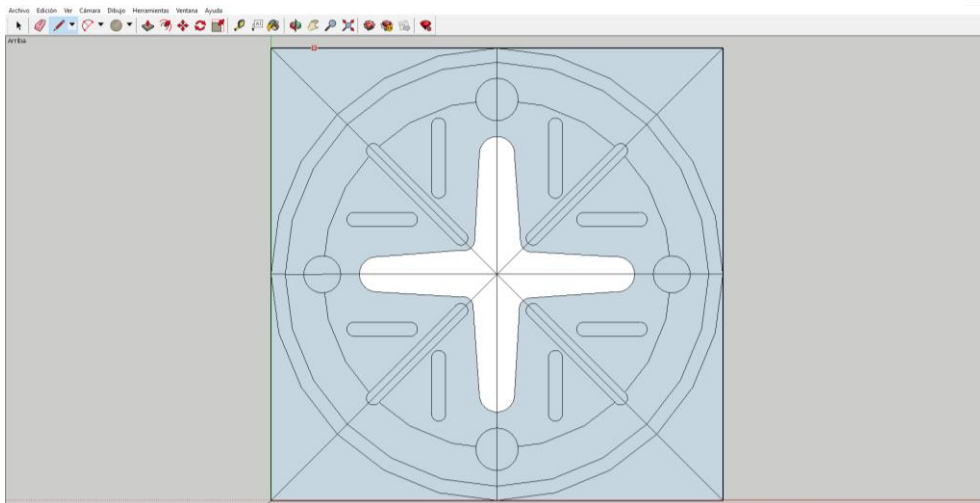
Con la ayuda del docente el grupo elige que ideas se van a llevar a cabo para pasar a la siguiente etapa. Se da libertad de elección al estudiante con el objetivo principal que sean ellos que tomen decisiones y sean partícipes de la construcción de la unidad didáctica.

Los alumnos comienzan a transformar las ideas en dibujos técnicos y funcionales para dar paso a la siguiente etapa donde deberán transformar las ideas en objetos.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.9. Bocetos mano alzada utilizando Google SketchUp**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.10. Aplicación de dimensiones utilizando Google SketchUp**

#### **CP.3.2.4. Experimentar.**

En esta etapa el alumno comienza con la búsqueda de soluciones a través de la generación de prototipos y maquetas. En este caso de estudio se va a utilizar la impresora 3D como medio de fabricación.

En la etapa anterior, el prototipo se trabajaba de una manera rápida y barata de hacer, pero con la condición que este debía ser entendible en el grupo y entre los compañeros y el docente.

En esta etapa el prototipo pasa a un estado funcional. El proyecto va avanzando y el producto va refinando la forma en base a las ideas descritas. Los alumnos le van dotando de características funcionales, formales y de uso.

El docente explica toda la materia en cuanto al funcionamiento y mantenimiento de la impresora 3D y que tratamiento hay que dar al dibujo digital una vez que ha sido terminado.

EL alumno concluye el dibujo y a continuación se prepara para generar el G-Code. Este es un código basado en el lenguaje de programación G, que es el usado para el manejo de las máquinas de control numérico y automática. Éste está compuesto por instrucciones que indican a la máquina cuando debe moverse, a que velocidad y a qué posición.

Los alumnos para poder generar el dibujo y que la impresora 3D lo interprete para su fabricación deben importarlo a un software. En la Imagen CP.3.11 se muestra un ejemplo de un dibujo. Mediante un software denominado Cura, se va a generar el código que posteriormente será interpretado por la impresora.<sup>119</sup>

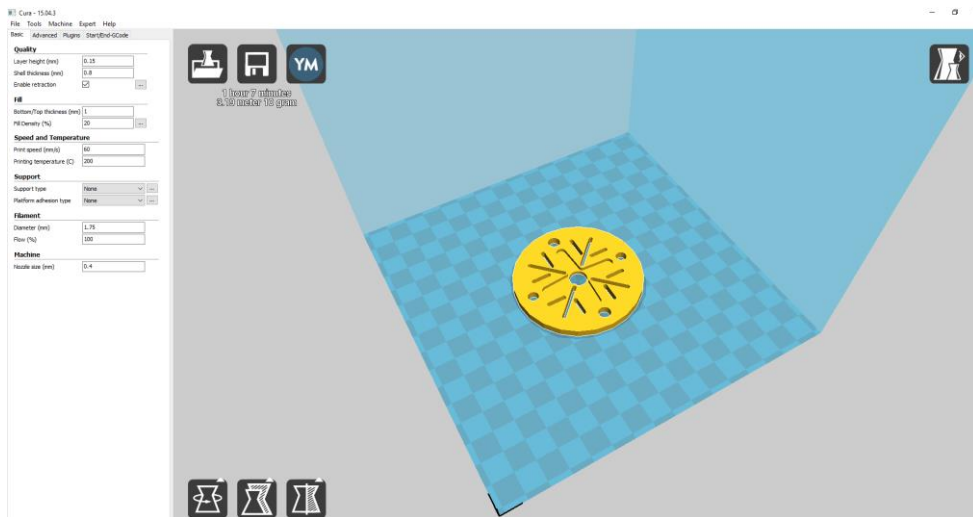
Previo a la impresión del objeto, cada grupo de alumnos debe poner a punto la herramienta con la que se va a prototipar: equilibrar la cama, ajustar los finales de carrera y posicionamiento, limpiar el extrusor e introducir la bobina y el material con el que se va a imprimir. Una vez que estos pasos han sido realizados se pasa a la impresión de la pieza. En la Imagen CP.3.12 se muestra un ejemplo de impresión de una rueda llevado a cabo por un grupo.

Una vez terminado el prototipo se valora junto con la ayuda del docente si esta es válida para continuar en la siguiente etapa o si hay que volver a repetir el proceso de prototipado o volver a una etapa anterior a realizar cambios.

Esta etapa cobra especial importancia, ya que como se ha dicho en experiencias realizadas anteriormente, el alumno concibe la etapa como una fase de construcción de ideas anteponiendo al objetivo de creación de ideas.

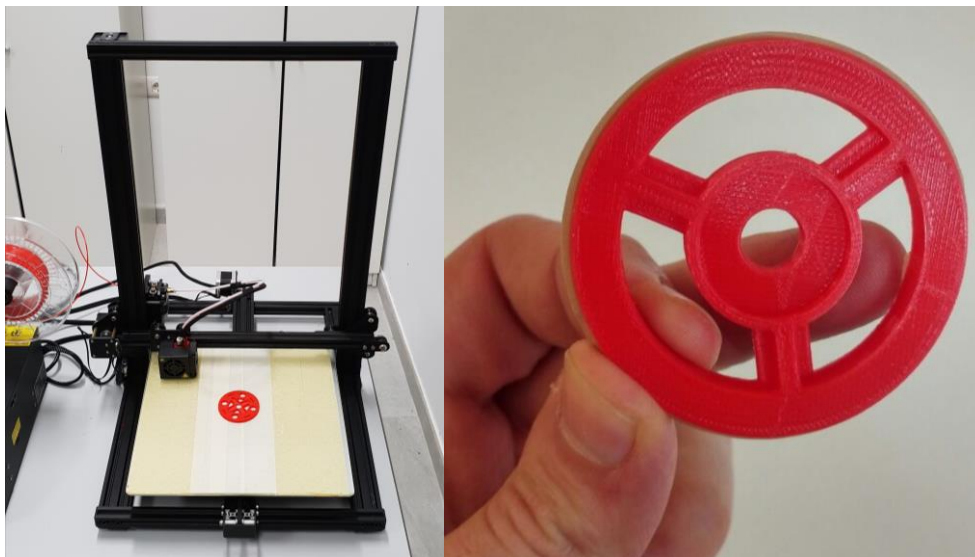
---

<sup>119</sup> Cura se constituye como un software de tipo "slicer" para procesar los archivos 3D y poder generar cada capa que será fabricada por la impresora 3D y finalmente convertirlo en un formato G-Code que será leído e interpretado por la impresora 3D. Este ha sido desarrollado por la empresa Ultimaker y es gratuito y de tipo opensource.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.11. Generar código .gcode mediante software Cura**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.12. Ejemplo fabricación aditiva (izda.) y ejemplo rueda terminada (dcha.)**

#### **CP.3.2.5. Validar.**

Los alumnos deciden las ideas, materializado en un prototipo, que ha generado cada miembro del equipo, va a ser finalmente el elegido para ser ensamblado en el robot. En esta fase, no interactúa el profesor. Son ellos quienes determinan las acciones que se van llevar a cabo.

En esta etapa creativa, posee un alto porcentaje de indicadores correspondiente a las competencias disciplinares de tipo social y cívica. El trabajo y la cooperación en grupo y entre los grupos, fomenta las capacidades creativas y de desarrollo mediante continuos feedback.

Durante esta etapa se ensamblan todas las piezas que lo forman y se realizan distintas pruebas para verificar que todo funciona y encaja modularmente. En la Imagen CP.3.13 se puede observar el número de piezas que conforma el robot (izda.) y los prototipos que han sido fabricados (dcha.).

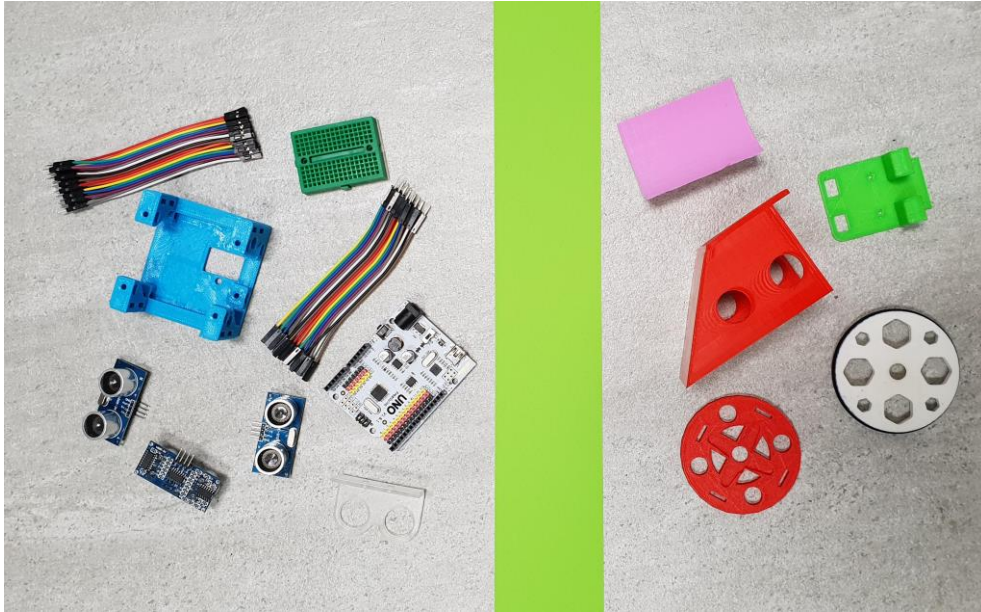
Sino fuese el caso, todavía hay tiempo para regresar a etapas anteriores y realizar pequeñas modificaciones o correcciones en el proyecto.

Una vez que el producto está correctamente ensamblado y los componentes y sensores conectados al microprocesador, se continua con la programación mediante el software mBlock. Como se ha dicho anteriormente, este debe seguir una línea recta y con curvas a derecha e izquierda. Los alumnos preparan la programación y la introducen en el procesador Arduino Uno.

Una vez que el grupo de alumno considera que el proyecto ha sido finalizado, es presentado al docente con el fin de validar y dar paso a la presentación. En esta etapa se fomenta la capacidad de aprendizaje a través de los otros proyectos realizados por los compañeros y por las propias exposiciones que generen.

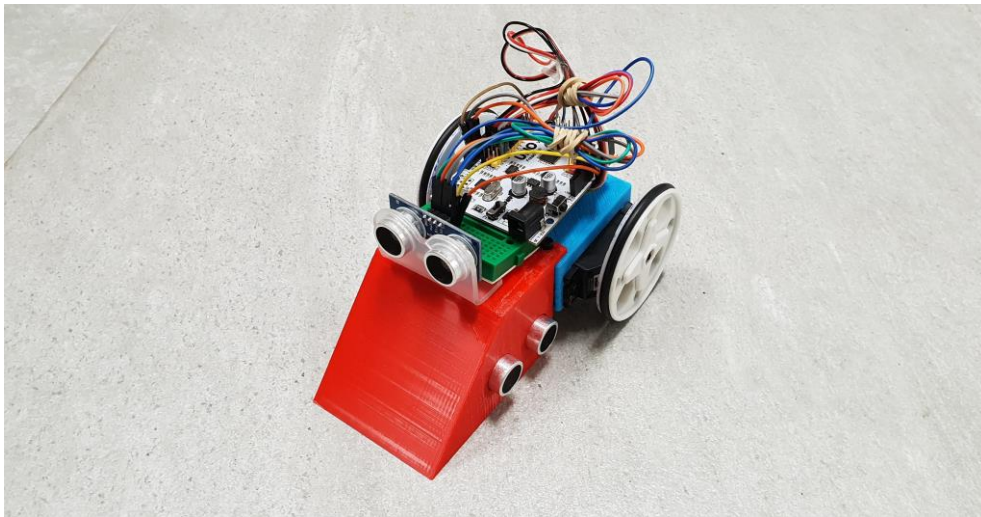
Al igual que en el caso anterior, se pretende crear un ambiente de exposición, que cada grupo comparta la experiencia realizada y sobre todo que los alumnos entienden el proceso y metodología llevado a cabo más allá de convertirse en un ejercicio de tecnología.

En la Imagen CP.3.14 se muestra un ejemplo final desarrollado por un grupo y en la Imagen CP.3.15 en funcionamiento presentándolo a los compañeros.



Fuente: Elaboración propia (2018)

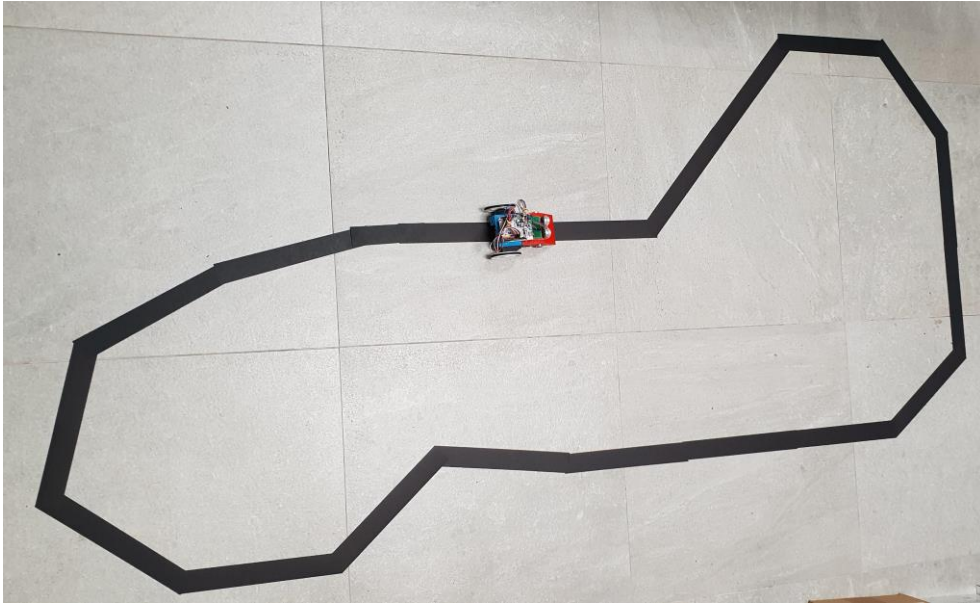
**Imagen CP.3.13. Componentes del robot (izada.) y piezas prototipadas (dcha.)**



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.14. Prototipo ensamblado**





Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.15. Presentación prototipo**

### **CP.3.3. Resultado proceso tecnológico basado en *design thinking*.**

#### **CP.3.3.1. Introducción.**

De acuerdo con el ejercicio propuesto en este caso de estudio, los resultados del proceso tecnológico van a dar lugar a la evaluación final de cada alumno. A su vez, se va a estudiar y analizar como interviene el uso de las nuevas tecnologías en el sistema curricular y en la asignatura de tecnología.

Para llevar a cabo este ejercicio, se utilizará la metodología DiTec bajo una estrategia de diseño de producto utilizando la fabricación digital como proceso de desarrollo, la fabricación aditiva como prototipado rápido y la programación y robótica como medio de experimentación del producto.

Desde el punto de vista cuantitativo se puede analizar y deducir resultados de cada una de las etapas que componen el proceso de diseño y realizar una evaluación numérica de cada niño que ha participado en la muestra.

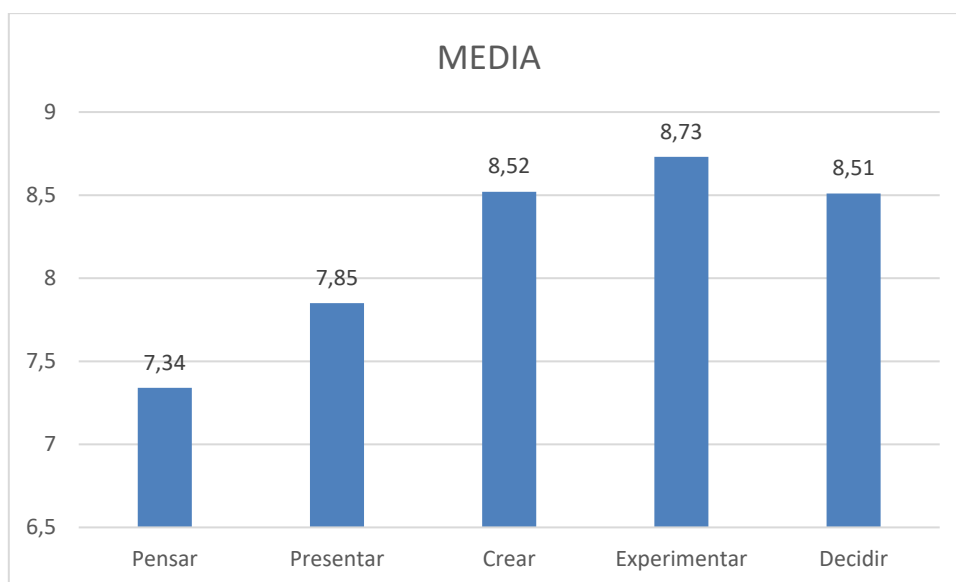
Para su estudio se dividirá en dos fases, por un lado, el análisis de las nuevas herramientas creativas y por otro el proceso de diseño incluyendo ya los indicadores de creatividad.

**CP.3.3.2. Resultados indicadores de herramientas tecnológicas.**

Se puede hablar de un análisis de indicadores de nuevas tecnologías porque estos han sido expuestos y trabajados desde una metodología DiTec, clasificados por etapas y evaluados en acorde a la influencia que ha generado el proceso tecnológico basado en *design thinking* las competencias transversales y disciplinares.

Estas herramientas en base a cómo y en qué momento se utilizan, muestran la importancia que tiene un proceso basado en el diseño y en el propio aprendizaje dentro del sistema curricular reglado.

A continuación, se evalúa los indicadores que pertenecen al uso de herramientas tecnológicas. La Imagen CP.3.16 muestra la nota media en base10 que ha alcanzado toda la muestra en cada una de las etapas de diseño.



Fuente: Elaboración propia (2018)

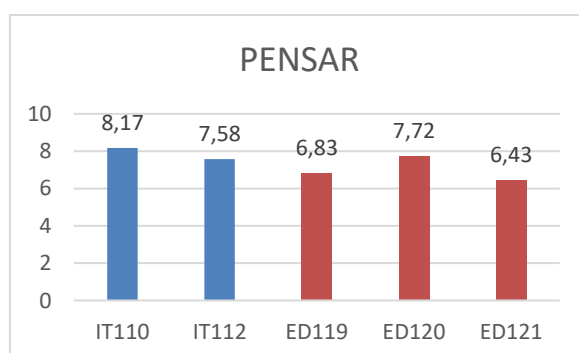
**Imagen CP.3.16. Media evaluación indicadores creativos**

Como se puede observar en la imagen, el uso de herramientas en las etapas crear, experimentar y validar han dado unos valores de evaluación altos. Ajustándolo a un término descriptivo y en base a la validación que utilizan las competencias básicas, se estaría hablado de una denominación “alta”, el máximo que se puede alcanzar en la tabla de valores.

Que estas etapas den unos valores de tipo alto significa que el alumno ha gestionado el uso de las herramientas correctamente mediante la metodología desarrollada. Un dato a tener en cuenta es que cada una de estas tres etapas utiliza herramientas y recursos distintos. Ciertamente es que las podemos englobar en un escenario “maker” pero en este caso de estudio se presentan como independientes a la hora de evaluación. Siendo el nexo de unión entre ellas el proceso de diseño. Cabe destacar que entre ellas se mantiene la media de evaluación.

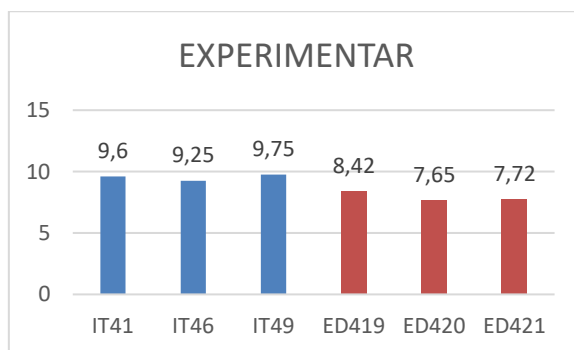
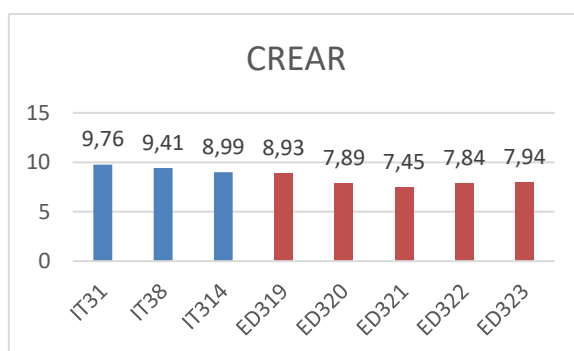
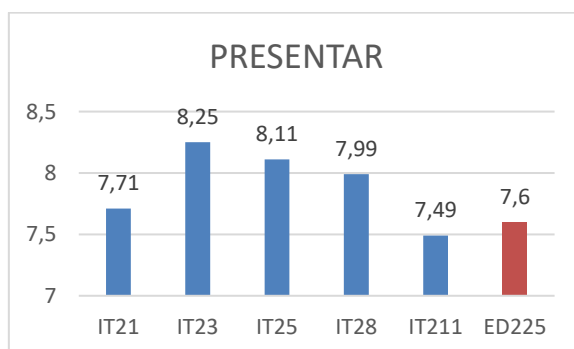
Se puede observar que en la primera etapa se obtienen los valores más bajos del proceso. Se puede entender debido a que estos indicadores comparten trabajo con herramientas y canales de búsqueda de documentación frente al posterior uso de la impresora 3D y la robótica.<sup>120</sup>

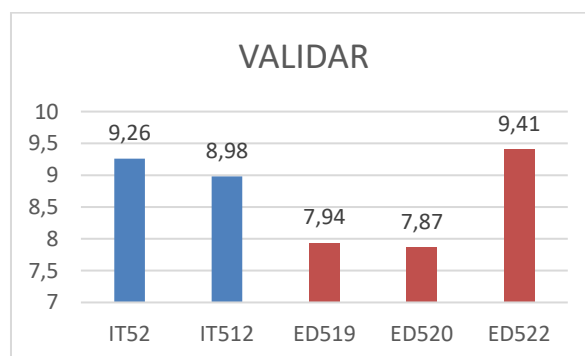
A continuación, en la Imagen CP.3.17 se detalla la evaluación por indicadores en cuanto a la gestión llevada con las herramientas tecnológicas. Se describe los indicadores introducidos para la investigación y el análisis en color rojo y en azul, los que facilita el currículo educativo.



---

<sup>120</sup> En el periodo de investigación se han realizado varias experiencias con alumnos en cuanto al uso de las TIC en la etapa de Pensar. Esto corresponde con el uso de herramientas de búsqueda de documentación por internet y otros canales digitales. Al realizar una encuesta al final del ejercicio, corresponde a un grado de satisfacción bajo respecto al uso de otras herramientas como pueden ser la impresora 3D y la robótica educativa.





Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.17. Media evaluación por indicadores en cada etapa de diseño**

Se establece que los indicadores de color azul representan el uso de las tecnologías como medio para generar conocimiento, y los rojos como el medio de desarrollo de la creatividad dentro del proyecto.

Se puede observar que los indicadores de color rojo presentan una media de evaluación inferior a los indicadores que presentan el plan Heziberri 2020. Esto se debe a que los introducidos para este caso de estudio, forman parte del propio ejercicio o el proceso de diseño y están influenciados además por el uso de los indicadores creativos. En cambio, los azules, muestran una evaluación del uso directo de las herramientas en el ejercicio.

Desde un punto de vista práctico se puede decir que las etapas de crear, experimentar y validar corresponden al uso de las herramientas de fabricación digital, fabricación aditiva y robótica respectivamente. Como hemos visto anteriormente, los indicadores muestran un alto coeficiente de media. Analizando los indicadores de forma independiente, se establece que los que muestran un uso de la herramienta como medio para generar conocimiento (azul), proporciona un rango mayor que los que generan creatividad mediante su uso (rojo).

A diferencia con el caso de estudio anterior, se observa que el alumno entiende y utiliza las nuevas tecnologías como un recurso de búsqueda de soluciones. Desde un punto de vista cualitativo, esto puede darse al uso de distintas herramientas dentro del proceso de diseño.

A continuación, se pasa a evaluar los conocimientos que el alumno ha alcanzado bajo un valor numérico. De cara a este caso práctico se enfoca en análisis de resultados desde dos perspectivas:

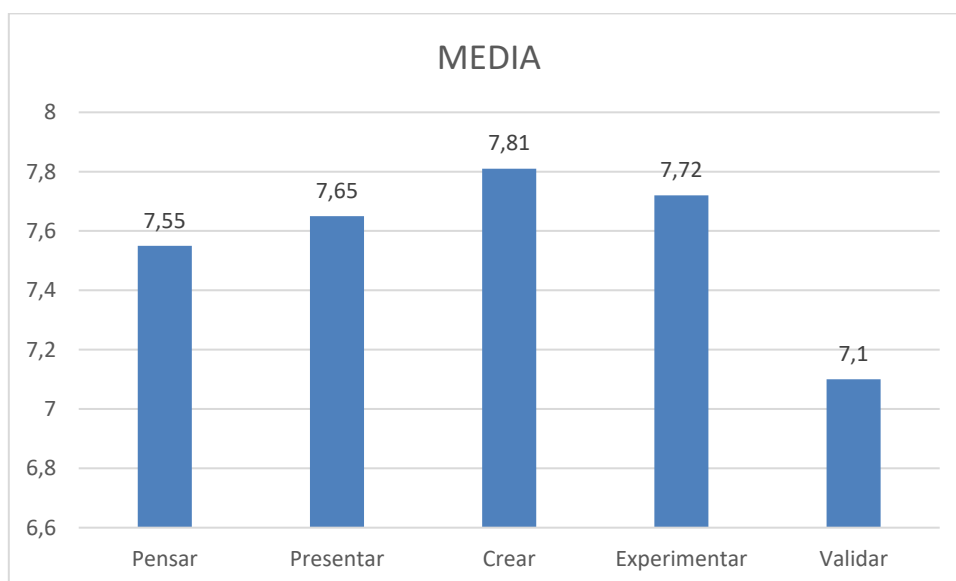
- A partir de la suma de indicadores del proceso tecnológico y los indicadores de creatividad.
- A partir del conjunto del anterior con la suma de incidencia de las herramientas tecnológicas.

### CP.3.3.3. Evaluación proceso tecnológico basado en *design thinking*.

Se procede a realizar la evaluación del proceso tecnológico basado en *design thinking* con la herramienta diseñada a partir de la nota media de la muestra. Como se ha comentado en líneas anteriores se evalúa junto con los indicadores creativos que se han introducido externos al plan Heziberri 2020. Estos potencian, no solo la evolución del proceso en cuanto al desarrollo del ejercicio, sino que además mejoran los resultados de la evaluación.

Para este caso práctico el docente ha elegido un modelo de evaluación aplicando distintos pesos en cada una de las etapas. De cara a esta investigación se realizarán en un primer lugar los cálculos en base al 100% de evaluación de cada etapa para un correcto análisis equitativo y cuando se considere necesario, se mostrarán el equivalente a los pesos asignados.

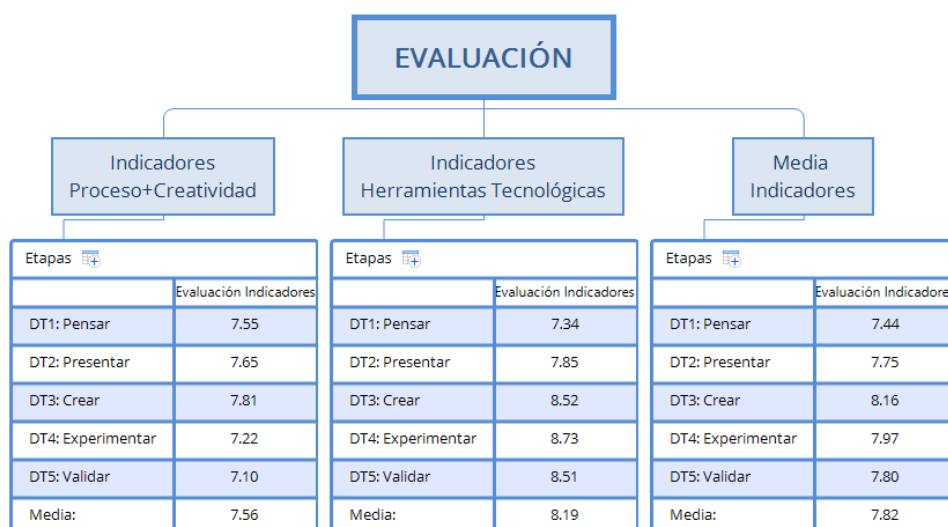
En la Imagen CP.3.18 se puede observar las notas de evaluación obtenidas en el proceso tecnológico mediante los indicadores del propio proceso y los creativos.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.18. Nota media proceso tecnológico basado en *design thinking***

La media de etapas crear y experimentar se mantiene con la nota más alta. En función de las experiencias realizadas durante la investigación y los casos de estudios, se esperaba este dato. Cabe destacar el rango entre etapas constituido en 0,71 puntos. La poca distancia de puntuación entre etapas lo constituye como un ejercicio equitativo entre las distintas fases. En la Imagen CP.3.19 se analizan estos datos en conjunto con la evaluación realizada en el uso y gestión de las herramientas tecnológicas se obtienen los siguientes datos:

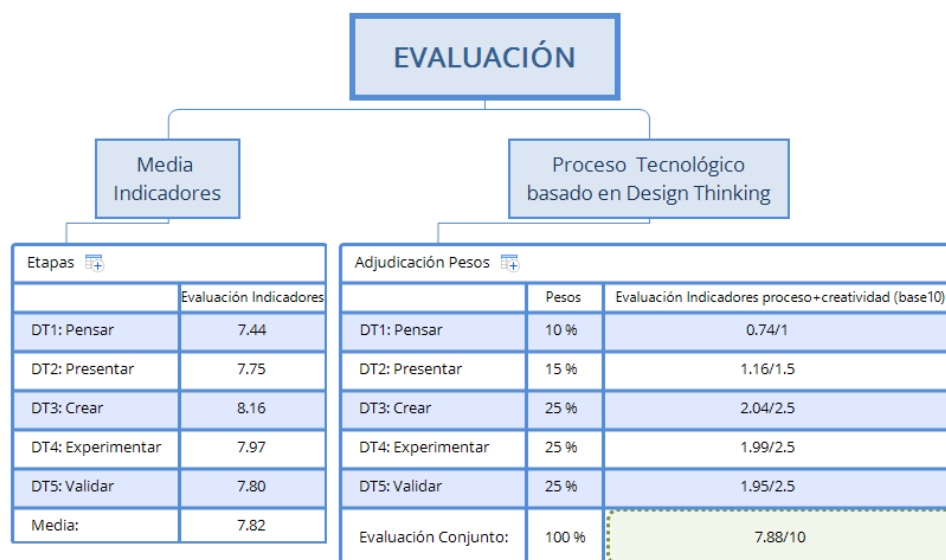


Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.19. Resumen nota media de indicadores**

Como se puede observar en este caso de estudio la incursión de la evaluación de herramientas como la fabricación digital y aditiva y la robótica, a excepción de la primera etapa aumenta la media de indicadores final. Destaca especialmente la etapa de experimentar con un rango de 1,51 puntos y la etapa validar 1.41 puntos.

Si se aplica los pesos descritos en la evaluación de la plantilla para el desarrollo de una metodología DiTec (Imagen CP.3.2), finalmente se obtendría una media final de: (Imagen CP.3.20)



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen 12.20. Evaluación de la media de ambos indicadores**

Para finalizar se puede indicar que el área de actuación de estas herramientas y aplicadas desde una perspectiva curricular en el área de tecnología, genera un aumento sustancial de los indicadores del proceso y la creatividad.

Aplicados desde una metodología DiTec se pueden presentar como un recurso donde actúen distintas disciplinas. A continuación, se validará mediante la herramienta diseñada las competencias transversales y disciplinares en cada una de las etapas de diseño y se interpretarán los resultados desde una perspectiva generada por el uso de las nuevas tecnologías.

### **CP.3.4. Resultado competencias transversales y disciplinares.**

#### **CP.3.4.1. Validación competencias transversales.**

Se realiza una evaluación de los indicadores seleccionados por el docente en este caso de estudio. Como establece el plan Heziberri 2020 se aplica una valoración descriptiva sujeta a no superado, bajo, medio y alto.

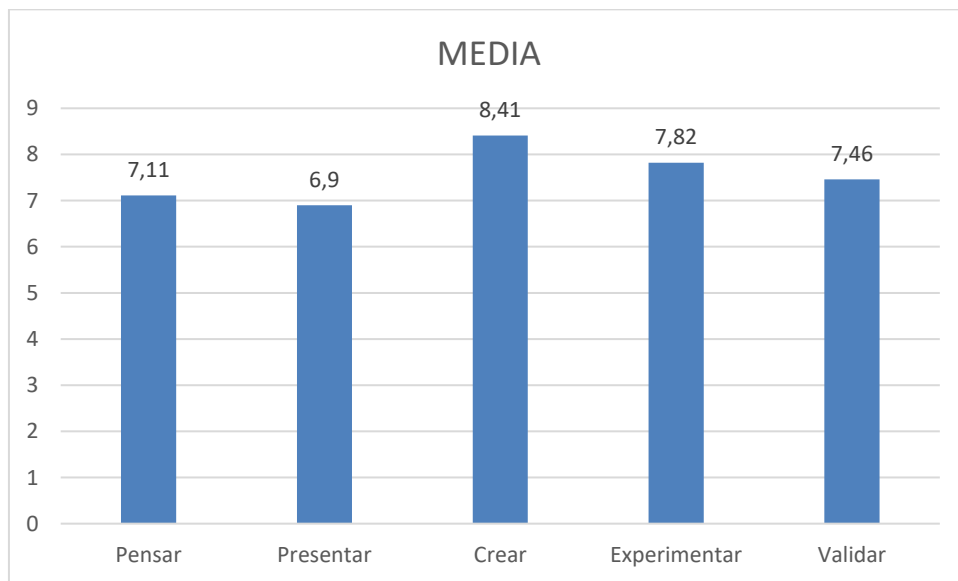


Además, se proporcionará una evaluación numérica para obtener datos estadísticos. Al igual que en el caso anterior, esta quedaría definida de la siguiente manera:<sup>121</sup>

- No superado:  $\leq 4.99$
- Bajo:  $5 \leq 6.99$
- Medio:  $7 \leq 8.49$
- Alto:  $8.5 \geq 10$

En este caso de estudio se va a realizar una validación cuantitativa de la incidencia de la fabricación digital, aditiva y uso de la robótica dentro de las competencias transversales.

Para ello se calcula la nota media de la muestra de la clase en cada una de las etapas de diseño. Se observa en la Imagen CP.3.21 una evaluación numérica en base10 de cada uno de los indicadores de cada etapa. Como en los casos anteriores se realiza los cálculos sin la aplicación de los pesos para obtener datos de forma equitativa.



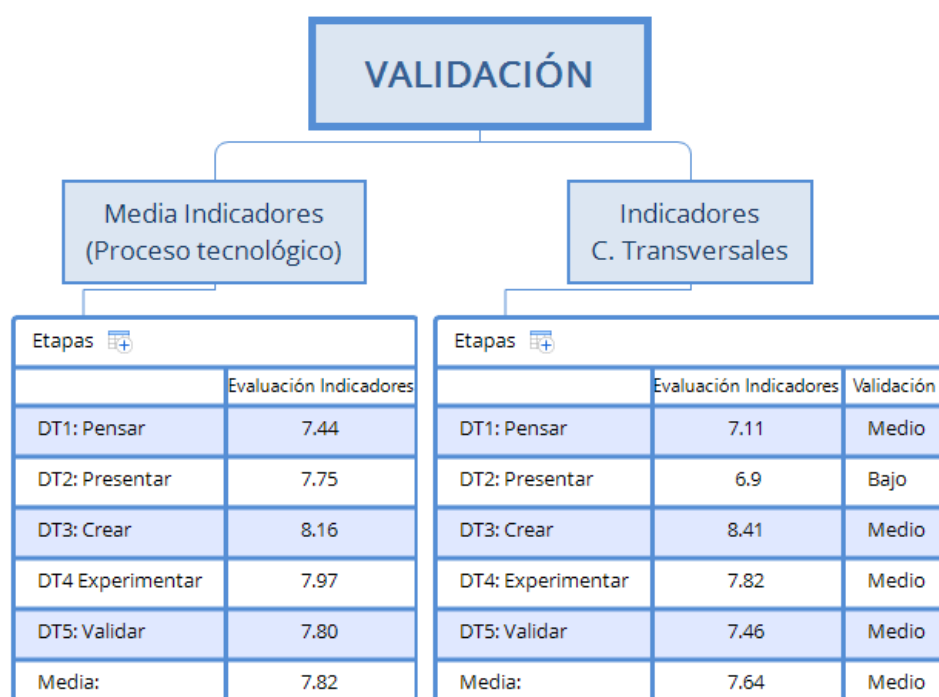
Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.21. Media numérica indicadores transversales**

<sup>121</sup> Asociaremos esta escala numérica de evaluación tanto para las competencias transversales como para las competencias disciplinares.

Como se observa en la imagen las etapas de crear, experimentar y validar son las que más evaluación alcanzan en el ejercicio. Realizando una comparativa con el proceso tecnológico bajo una influencia creativa, se obtienen datos similares.

En la Imagen CP.3.22 se muestra la comparativa de la media final obtenida en el proceso tecnológico junto con la evaluación de la media obtenida en las competencias transversales. Además, se muestra la denominación de validación que adquiere cada etapa de diseño.



Fuente: Elaboración propia (2018)

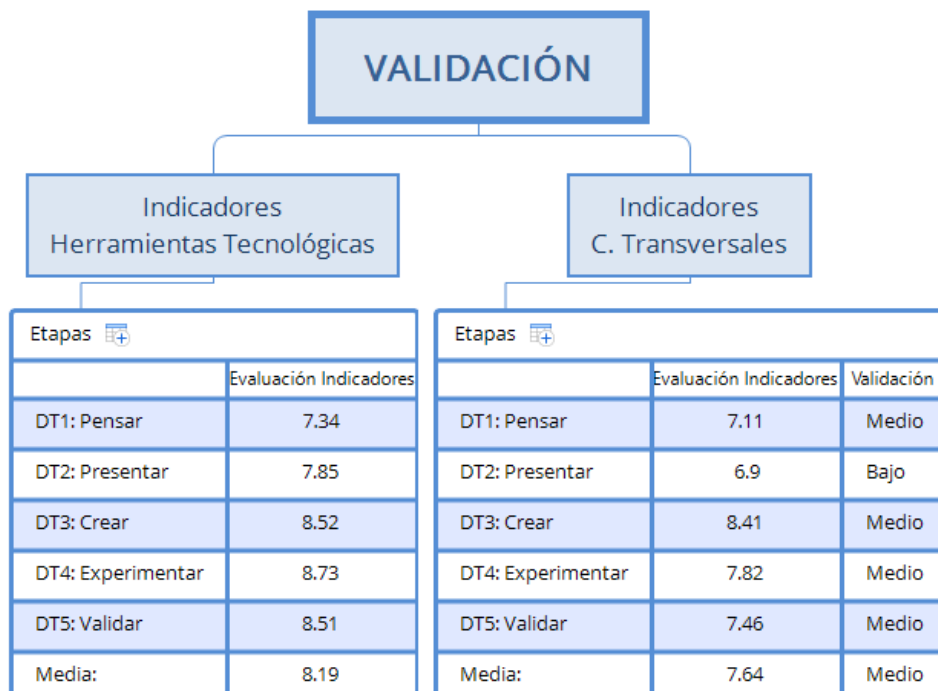
**Imagen CP.3.22. Resumen de media numérica indicadores transversales por etapas**

Realizando una comparativa de ambas columnas se observa que las evaluaciones obtenidas se semejan en cada etapa. En especial las etapas de crear con un rango de 0,25 puntos, experimentar con 0,15 y validar 0,34 puntos. Desde un punto de vista general se puede afirmar que los indicadores elegidos junto con los del proceso tecnológico han sido correctamente elegidos.

Si se realiza la comparativa desde la perspectiva de la evaluación del uso y gestión de las nuevas tecnologías se observa una mayor dispersión del rango (Imagen CP.3.23).

Se puede destacar especialmente las tres etapas anteriores con un rango superior a 1 punto.

Se manifiesta, que en este caso de estudio las nuevas tecnologías basadas en la fabricación digital, aditiva y uso de la robótica educativa influyen directamente no solo en la evaluación del proceso sino en los logros de las competencias transversales de una manera significativa.



Fuente: Elaboración propia (2018)

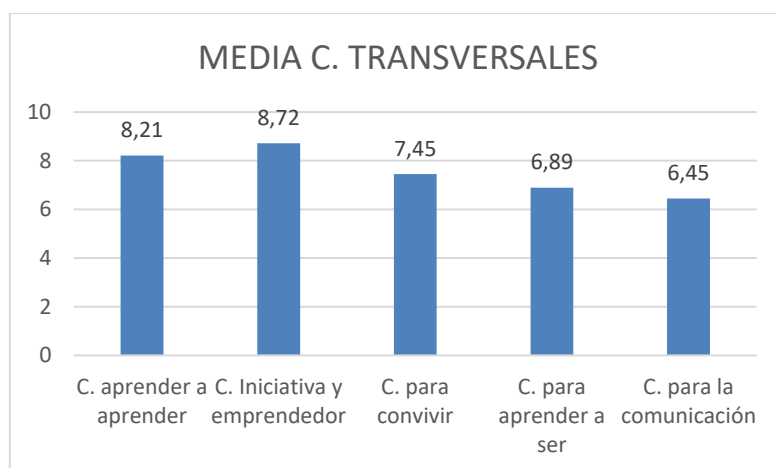
**Imagen CP.3.23. Media numérica indicadores transversales**

A continuación, se realiza una evaluación desde el punto de vista de las propias competencias transversales en la cual se obtienen tanto los valores descriptivos y los numéricos. En la Imagen CP.3.24 se observa la validación numérica obtenida en cada una de las competencias.

Se puede observar que las dos primeras competencias son las que mayor evaluación en base10 alcanzan respecto al resto. Es entendible y lógico ya que como dice el propio plan, estas son las que guardan relación directa con la asignatura de tecnología y están actuando de manera continua en todas las etapas del proceso.

Desde el punto de vista creativo se destaca la competencia aprender a aprender y la competencia para convivir. Como hemos visto en los demás experimentos estas, trabajadas desde una metodología DiTec se asocian en los casos de estudio de un punto de carácter social y artístico para fomentar la creatividad en las materias científico-técnicas. Han obtenido las dos calificaciones siguientes más altas. Desde un punto de vista práctico el uso de las herramientas de fabricación digital y robótica generan recursos creativos a la hora de la búsqueda de solución de ideas. Además de generar nexos de unión entre etapas a la hora del desarrollo del proyecto de diseño.

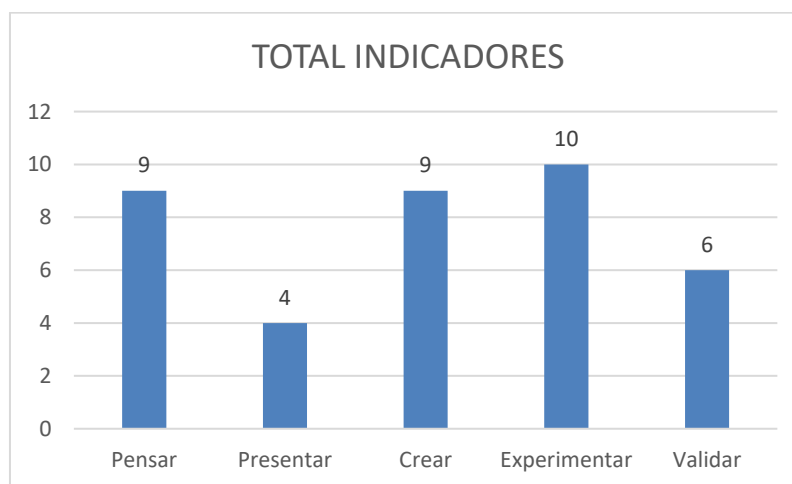
La etapa de experimentar es donde más indicadores de competencias de iniciativa y emprendedor actúan. Se puede certificar que el uso de las impresoras 3D aporta como herramienta y recurso para generar conocimiento y aprendizaje. Adquiere una validación máxima de tipo “alto”.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.24. Validación numérica indicadores transversales**

En la Imagen CP.3.25 se puede observar el número de indicadores utilizados en este caso de estudio.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.25. Indicadores utilizados competencias Transversales**

Se han integrado un total de 38 de 45 indicadores transversales, lo que supone el 84,44% del total. Desde el punto de vista subjetivo e informes que se trasladan de los centros educativos se constituye como una alta integración de las competencias dentro del caso de estudio.

#### ***CP.3.4.2. Validación competencias disciplinares.***

La validación de las competencias disciplinares se utiliza la misma tabla de validación numérica y descriptiva que las transversales.

En este punto se analizará las distintas disciplinas que actúan en este caso de estudio. Cabe recordar que esta unidad didáctica se enmarca en la asignatura de tecnología y ha sido evaluada anteriormente con los criterios que forman los indicadores.

Al igual que en el caso anterior se destaca que la competencia artística se entiende desde un concepto creativo en el desarrollo del proyecto bajo una metodología DiTec.

En este estudio los indicadores creativos se han definido dentro del proceso tecnológico. A continuación, se analizará los resultados de las competencias disciplinares desde perspectiva STEAM multidisciplinar.

A diferencia que los casos anteriores los indicadores que dan forma a este ejercicio es que los que corresponden a las disciplinas científico técnicas se cataloga de una forma más significativa en una etapa y no a lo largo de todas.

En la Imagen CP.3.26 se observa que en cada etapa de diseño predomina una disciplina sobre el resto. De forma resumida se puede establecer el siguiente criterio:

- Pensar: Competencia científica
- Presentar: Competencia tecnológica
- Crear: Competencia comunicación
- Experimentar: Competencia matemática
- Validar: Competencia científica

A estos criterios cabe destacar que los indicadores de la competencia tecnológica se encuentran distribuidos a lo largo de todas las etapas. Se considera en parte lógico debido a que el caso de estudio se genera en la asignatura de tecnología.

Las competencias que describen a la A del proceso STEAM y de una manera descriptiva engloban las competencias artísticas y competencias social y cívicas, se observa que se distribuyen a lo largo del proyecto.

La distribución de los indicadores que ha dado forma al caso de estudio viene dado por una fuerte influencia del uso de las herramientas tecnológicas, haciendo necesario esta configuración para la búsqueda de soluciones.

Validación

|

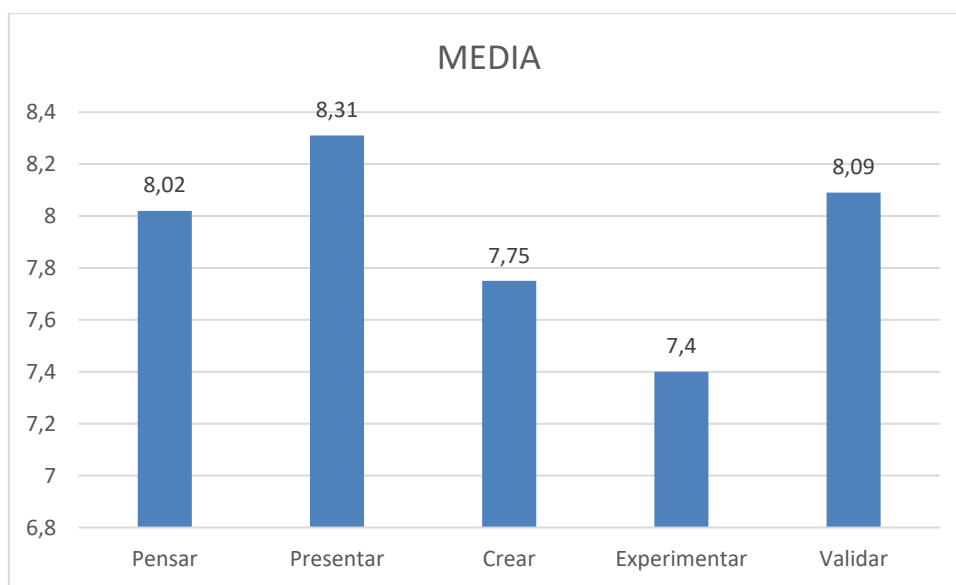
Indicadores  
Disciplinares

Etapas <span style="float: right;">+</span>		
	indicadores utilizados	Total indicadores utilizados
DT1: Pensar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	1 1 0 6 2 3 0
DT2: Presentar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	3 0 0 0 2 2 1
DT3: Crear	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	1 5 1 0 1 1 2
DT4: Experimentar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	2 0 8 0 2 2 1
DT5: Validar	CD1: C. Tecnológica CD2: C. Comunicación CD3: C. Matemática CD4: C. Científica CD5: C. Social y cívica CD6 C. Artística CD7: C. Motriz	3 0 0 4 1 3 0

Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.26. Número de indicadores por etapas**

Se genera el primer cálculo con la herramienta diseñada para realizar la evaluación numérica de cada una de las etapas. En la Imagen CP.3.27 se puede observar la media de la muestra de la clase.



Fuente: Elaboración propia (2018)

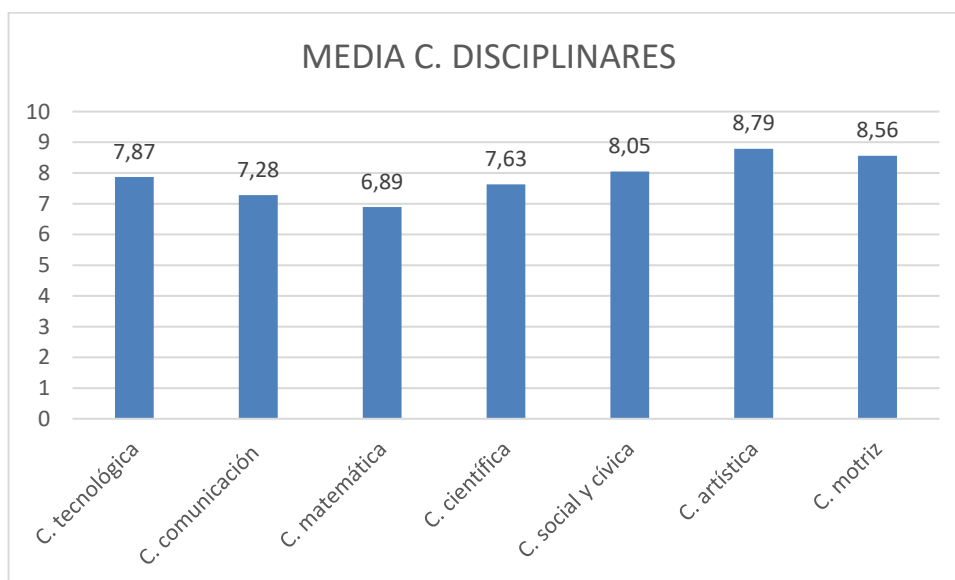
**Imagen CP.3.27. Nota media numérica indicadores disciplinares**

Como se puede observar en la imagen, las etapas del proceso se mantienen en un rango de validación de menos de un punto. Llama la atención que la etapa experimentar se obtenga la puntuación más baja cuando esta ha sido en casos anteriores la más alta en cuanto evaluación.

Es necesario destacar que, a diferencia de los casos anteriores, los indicadores de competencias no están distribuidos equitativamente entre las etapas. Las etapas de presentar, crear y validar son las que más media alcanza. Al igual que en casos anteriores se deduce que actúa un alto índice de indicadores correspondientes a los tecnológicos y creativos.

A continuación, se analiza en la Imagen CP.3.28, la evaluación de las competencias de manera independiente.





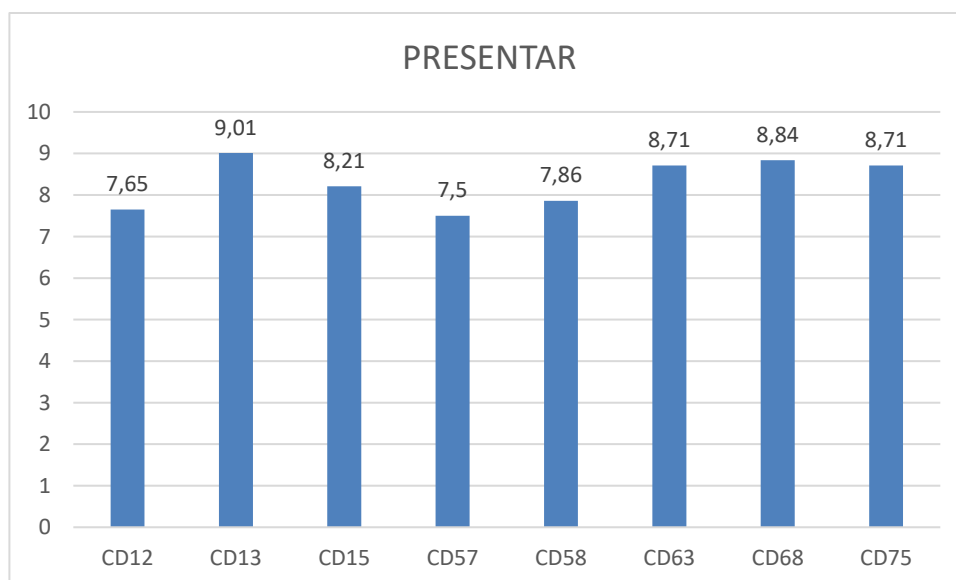
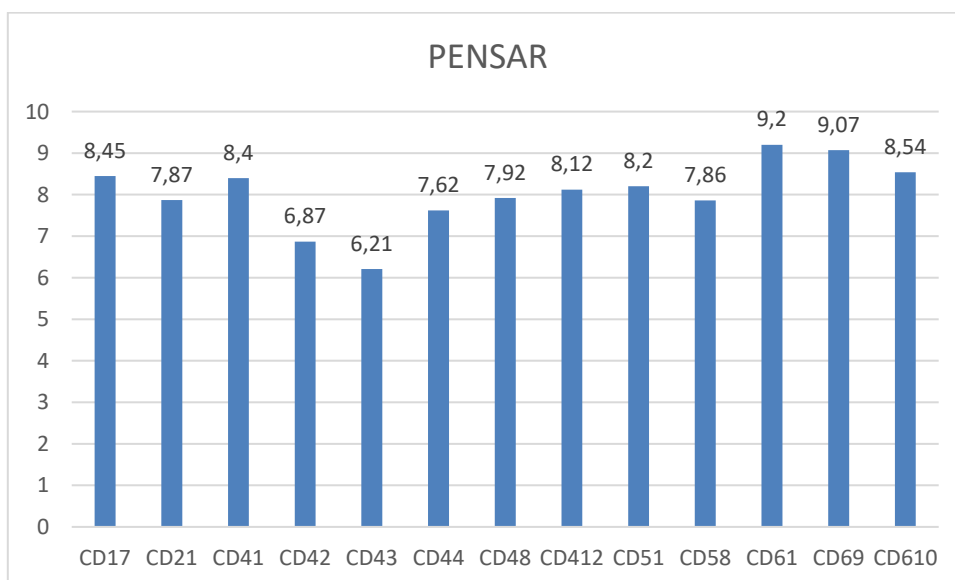
Fuente: Elaboración propia (2018)

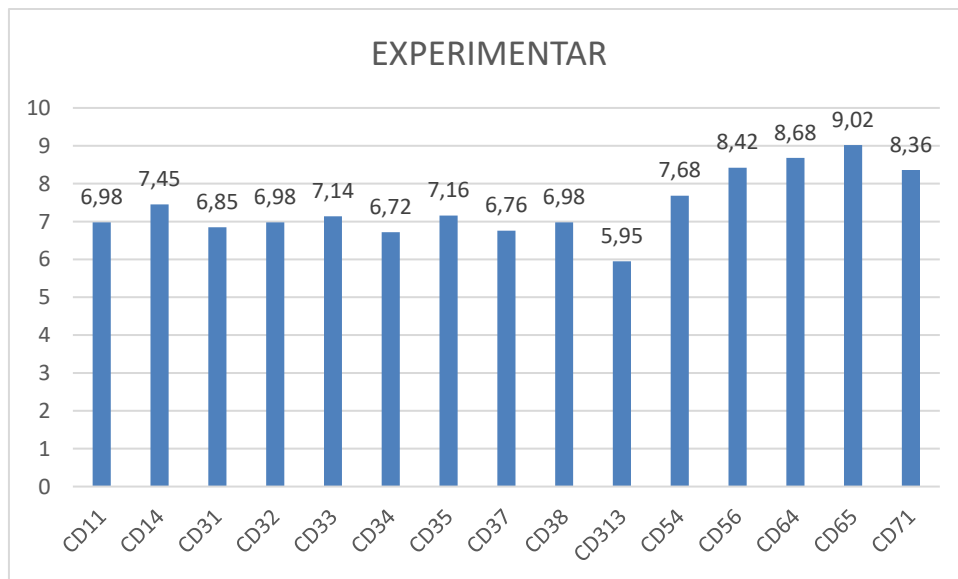
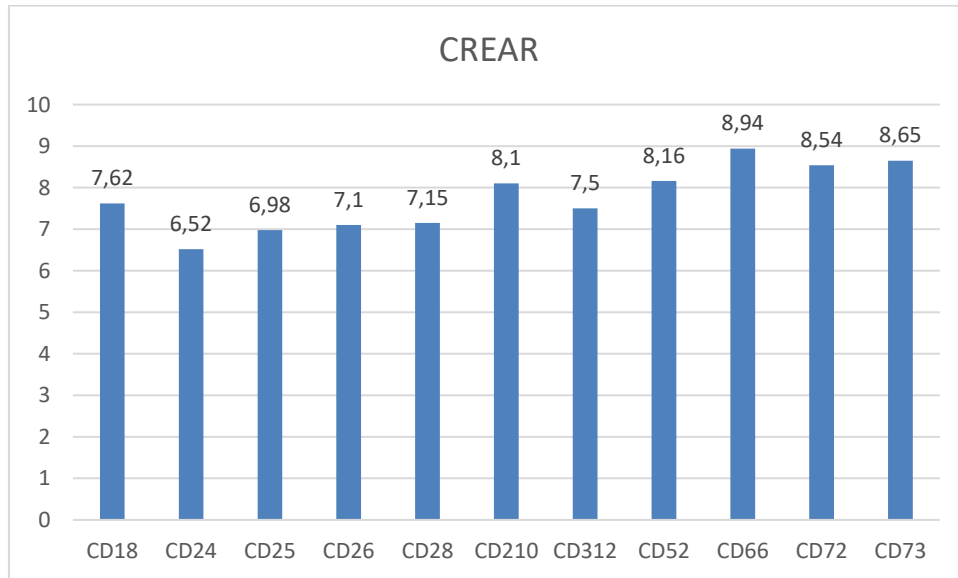
**Imagen CP.3.28. Nota media numérica indicadores disciplinares**

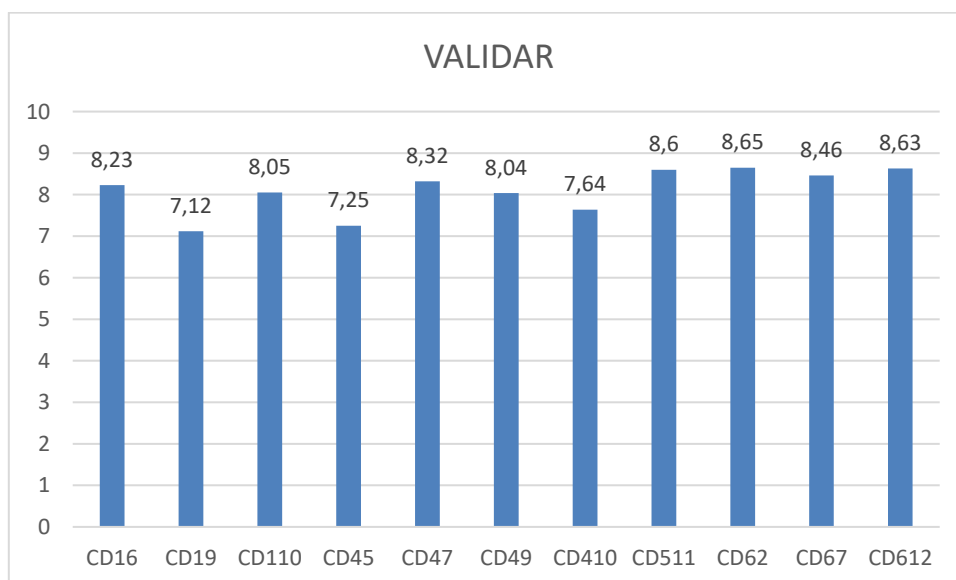
Como se puede observar en la imagen, las etapas se mantienen en un rango inferior a un punto a excepción de las competencias matemáticas. Esto se puede entender a que la competencia está integrada en la etapa de experimentar y como se ha visto en la evaluación del proceso tecnológico en la que recibe menos evaluación junto a la etapa de validar.

Como en los casos anteriores se repite la tendencia de que en un proceso STEAM las competencias creativas adquieren una mayor evaluación en un área de actuación científico-tecnológico.

En la Imagen CP.3.29 se puede observar la toda la distribución de las medias obtenidas de la muestra de los indicadores por etapa de diseño. Se puede comprobar que en todas la que predominan indicadores denominados creativos, aumenta considerablemente la evaluación.







Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.29. Evaluación de indicadores por etapas del proceso**

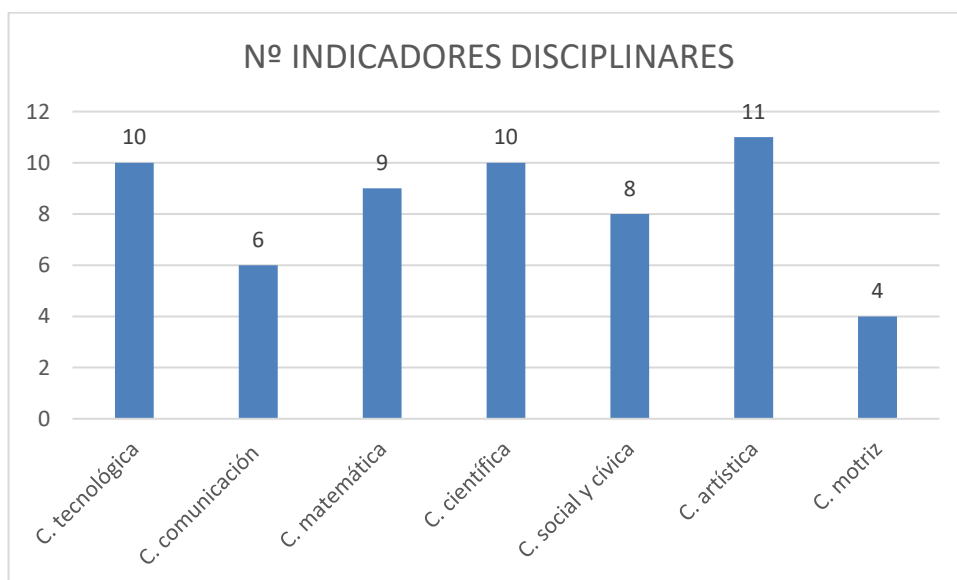
A la vista de la imagen anterior, se puede certificar que los indicadores creativos aumentan considerablemente la evaluación.

Esto hecho se produce de la misma manera que tratando las STEAM desde una perspectiva en que los indicadores de las competencias disciplinares quedan distribuidos equitativamente en las etapas de diseño.

Cabe destacar la etapa pensar, crear y experimentar. Estas, corresponde al uso de herramientas relacionadas con la fabricación digital y aditiva y con las disciplinas científico-tecnológicas y artísticas y sociales. Como se vio en la evaluación de la gestión y uso de las herramientas tecnológicas (Imagen CP.3.16), estas adquirirían la mayor nota evaluativa.

Desde un modo práctico se puede entender este dato debido a la alta sinergia que genera su uso con el proceso creativo en cada etapa. Da lugar a nuevas oportunidades y escenarios dentro del aprendizaje de las matemáticas, las ciencias y la tecnología.

En la Imagen CP.3.30 se puede observar el número de indicadores disciplinares que se han utilizado a lo largo del proyecto. Para este caso de estudio se han utilizado un total de 58 indicadores suponiendo en 70,3% del total.



Fuente: Elaboración propia (2018)

**Imagen CP.3.30. Número de indicadores disciplinares utilizados**



# *Resultados.*

## **R.1. Resultado de los casos prácticos.**

A continuación, en base a los casos de estudio, se realiza un análisis de resultados de las distintas perspectivas que se ha trabajado el concepto STEAM bajo un proceso tecnológico basado en *design thinking*. Para ello se pueden resumir en los siguientes bloques:

- Caso práctico 1: Diseño y puesta a punto de herramienta de evaluación.
- Caso práctico 2: Diseño como metodología multidisciplinar. Creatividad en el proceso STEAM.
- Caso práctico 3: Nuevas tecnologías en el proceso de diseño.

### ***R.1.1. Resultados y logros del caso práctico 1: Diseño y puesta a punto de la herramienta de evaluación.***

Esta primera experiencia realizada denominada estudio piloto ha proporcionado la primera experimentación completa de la metodología desarrollada y ha puesto a prueba la herramienta para la validación y evaluación de la unidad didáctica.

En este caso no se trata de analizar y deducir conclusiones de la metodología o si el ejercicio ha sido correctamente propuesto, sino que se analizan una serie de factores y experiencias que se han obtenido a tener en cuenta de cara a los dos próximos casos de estudio.

La plantilla metodológica se constituye como la herramienta que posee el docente para integrar las nuevas tecnologías de una manera curricular en la educación reglada. Este primer caso de estudio, ha sido dirigido por un profesor con ligeros conocimientos en nuevas tecnologías, y la plantilla le ha ayudado a configurar un ejercicio de tipo solución-problema de una forma ordenada y clara para posteriormente materializarlo bajo un proceso tecnológico basado en *design thinking*.

El profesor que ha impartido esta experiencia, ha justificado mediante la plantilla metodológica un ejercicio basado en un proyecto en el que se han introducido y evaluado herramientas y recursos didácticos que hasta la fecha no se consideran curriculares. Se obtiene de esta manera un medio para difundir nuevos conocimientos con nuevos recursos y estrategias.

A pesar de considerarse esta plantilla como un medio curricular para la creación y organización de una guía docente tal y como lo establece el plan Heziberri 2020, se ha planteado como una ficha donde los alumnos encuentran la estructura del proyecto a desarrollar. Las distintas etapas del proceso, guían el camino al alumno hacia la resolución del problema que marca el proyecto.

Desde un punto de vista general, se observa que la metodología no solo abarca estrategias propias del *design thinking*, sino que abre la puerta a otras estrategias como por ejemplo otras variantes del *design thinking*, mínimo producto viable, gamificación, diseño a través del usuario, diseño de experiencias, etc.

Este dato se toma de referencia para la investigación de los siguientes casos y aplicar distintas estrategias del diseño. Esto permitirá dar un giro distinto al proyecto en cuanto a las fases de diseño, la utilización de otros materiales tecnológicos, TICs y recursos didácticos.

Un ejemplo sería que en lugar de plantear el desarrollo de un producto como ha sido este caso práctico, se plantea desde una estrategia de gamificación o *design thinking* entre otros. Esto permite que, manteniendo la misma estructura metodológica y mismos nombres, se lleva a cabo los procesos desde otra perspectiva y uso de herramientas. Se conseguirá evaluar, obtener resultados y valorar las etapas desde puntos de vista más creativos que tecnológicos.

Su inclusión dentro del currículo educativo es posible, ya que en el proceso tecnológico basado en el *design thinking* podemos incluir otros indicadores que no propone el sistema educativo. Este hecho, permite una evolución de cara a siguientes casos de estudio donde se valora enfocar los indicadores hacia etapas con una definición más cercana a la creatividad.

En cuanto al uso de la herramienta diseñada para el desarrollo de evaluación y validación, permite un análisis completo de cada caso de estudio en cada etapa. Se puede relacionar tanto con las competencias que indica el currículo educativo como con el



ejercicio o proceso que indica el profesor. Esto significa que se pueden analizar un sinnúmero de datos relacionado con la metodología del diseño.

En este estudio piloto, se ha realizado una prueba real de la capacidad de evaluación y validación de la herramienta. Se destaca para los futuros casos prácticos, el impacto que realizan las competencias disciplinares en cada etapa de diseño.

Una de las principales cuestiones a resolver del plan Heziberri 2020 es la máxima integración posible de las distintas competencias en cada una de las asignaturas. En este caso se ha propuesto una unidad didáctica desde una perspectiva multidisciplinar, es decir, que en todas las etapas de diseño que componen el proyecto han actuado de una forma más o menos equitativas las competencias disciplinares.

Se puede observar que este ejercicio pertenece a la asignatura de tecnología y es entendible que las competencias tecnológicas sean las predominantes y a su vez las relacionadas, cómo las científicas y las matemáticas. Pero cabe destacar que el desarrollo metodológico permite la elección de competencias puramente artísticas. Estas llevadas a la metodología DiTec se pueden entender desde un punto de vista creativo dentro del proceso tecnológico, acercándonos a las teorías descritas por Maeda (2008).

Si se realiza un análisis desde tendencia educativa STEAM, en este caso de estudio se puede hablar que las distintas competencias disciplinares han sido trabajadas conjuntamente en cada una de las etapas y procesos y confirmando así una perspectiva multidisciplinar dentro del proceso de diseño.

Por último, cabe resaltar la posibilidad de forzar los pesos y evaluaciones que debe adquirir cada etapa del proceso. Esto significa que se puede analizar y desarrollar puramente una o cada etapa de diseño desde una única disciplina o desde el conjunto de todas ellas.

### ***R.1.2. Resultados y logros del caso práctico 2: Diseño como metodología multidisciplinar. Creatividad en el proceso STEAM.***

Este caso de estudio ha sido la segunda experiencia completa en establecer un ejercicio práctico de desarrollo de un producto siguiendo la metodología investigada. Para llevar a cabo una experiencia lo más real y estandarizada posible se ha vuelto a contar con un docente especializado en clases de tecnología.

En cuanto a creación de la unidad didáctica el uso de la plantilla para el desarrollo de ejercicios ha resultado ser más favorable que la propia que utiliza el plan Heziberri 2020.

Más allá de ofrecer más opciones o datos que la del plan, se constituye como una guía en el proceso de diseño o incluso para el desarrollo de un problema-solución. No solo es aplicable al docente, sino que también se forma como una guía/briefing para la resolución del proyecto.

El ejercicio a desarrollar muestra una complejidad añadida, ya que se utilizan estrategias de aprendizaje que no se llevan a la práctica de forma habitual. En este caso se ha utilizado la gamificación y posteriormente el desarrollo de un producto. A pesar de que el docente es experto en esta materia, se considera complejo poder adaptarlo de forma curricular y de evaluación. Este proceso de diseño de la actividad, bajo la metodología DiTec ha ayudado a su configuración y justificación dentro del sistema curricular reglado.

En cuanto a la investigación realizada, se describe en la introducción del capítulo, la necesidad de aplicar elementos disciplinares en otras materias educativas que se consideran opuestas. Desde que se establece STEAM como tendencia educativa, es mucha la lectura que se encuentra en relación al término, pero pocos los estudios que directamente tratan el contenido con datos cuantitativos.

Desde el punto de vista creativo se puede observar que el desarrollo de proyectos con metodologías basadas en diseño permite una aceptación de indicadores creativos dentro de un proceso tecnológico y científico. En las etapas correspondientes a pensar y crear, la evaluación de indicadores creativos potencia el desarrollo tecnológico.

Si bien se puede definir la tecnología como la herramienta para alcanzar conocimiento en el área científico-tecnológico, estas llevadas desde un proceso más “artístico”, los alumnos pueden crear un proceso más personalizado del producto o del ejercicio.

Al aplicar la metodología bajo unos indicadores creativos, más allá del desarrollo del problema y la construcción del prototipo, los alumnos han creado una identidad, una historia y una definición entorno al ejercicio. Se ha fomentado la curiosidad por la disciplina del diseño, por fabricar el producto y cómo finalmente se establece un vínculo emocional.

Entender la A de STEAM como un medio impulsor creativo y social dentro de un programa tecnológico es favorable. Se ha mostrado en este experimento que la creatividad al igual que el resto de competencias básicas, se han tratado a lo largo de todo el proceso de diseño, provocando un ejercicio donde convergen varias disciplinas en una materia.

La tecnología proporciona las herramientas necesarias para impulsar la creatividad. Ésta, aplicada a una metodología DiTec e integrando unos indicadores que la potencie, supone la evolución a la innovación.

Desde el punto de vista curricular y tras la investigación de este caso de estudio y el anterior, es necesario hablar del concepto “A” dentro de la tendencia STEM. Como se ha visto en las imágenes ha fomentado las etapas propias de la creación y experimentación en busca de las soluciones al problema. Si se quiere establecer en la educación nuevas herramientas que dirijan el proyecto hacia la innovación es necesario facilitar la imaginación durante el proceso.

Llevar a cabo un ejercicio de tal magnitud donde requiera conocimientos de distintos campos educativos es necesario fortalecer nuevos procesos de aprendizaje y establecer criterios curriculares para el desarrollo creativo.

***R.1.3. Resultados y logros del caso práctico 3: Nuevas tecnologías en el proceso de diseño.***

Este caso de estudio se constituye como la tercera experiencia completa llevando a cabo un ejercicio basado en el diseño de un producto bajo una metodología DiTec. Para su supervisión se ha contado con dos profesores docentes titulares de la asignatura de tecnología.

El uso de la plantilla metodológica frente a la que proporciona el plan Heziberri 2020, ha sido de nuevo el referente a seguir para la generación de la unidad didáctica. Según los docentes, ha resultado óptima para la generación de un ejercicio en el que se pueda integrar las nuevas tecnologías y darle continuidad en el tiempo mediante etapas de proyecto. Al igual que en los casos anteriores, se muestra como una guía tanto para el docente como para el alumno.

El caso ha sido ideado para evaluar y validar un proceso multidisciplinar dividido en etapas. Se ha intentado asociar a cada etapa del proceso una disciplina y ver su comportamiento a lo largo del proyecto.

A diferencia de los casos anteriores se puede establecer que se realiza un ejercicio bajo una tendencia STEAM multidisciplinar pero tratadas estas desde una perspectiva independiente.

Esto ha sido posible gracias a la introducción de nuevas herramientas tecnológicas que han posibilitado tratar las etapas como ejercicios independientes dentro del mismo proceso o proyecto.

Éstas, no solo se configuran como una herramienta para generar aprendizaje, sino que, además, se puede hablar de un recurso para generar nuevos espacios y oportunidades dentro de la educación. Un ejemplo ha sido este, se ha utilizado tres tecnologías distintas que han sido el nexo de unión de disciplinas, de etapas de proyecto y de integración creativa en escenarios científico-tecnológico.

A diferencia de los casos anteriores, se ha fomentado el uso de las nuevas tecnologías como medio creativo más que como medio para obtener un producto final. A pesar de que con la metodología se consigue el desarrollo de un producto, el alumno ha experimentado que estas abren nuevas posibilidades a su imaginación y constituyen nuevas opciones dentro de las disciplinas de las matemáticas y las ciencias.

Al igual que en el experimento anterior el arte, entendido desde una perspectiva creativa, ha influenciado todas las etapas del diseño y al propio alumno. Más allá de pensar e idear un producto para su construcción o simplemente el hecho de manejar herramien-

tas que se consideran novedades, los alumnos han creado una identidad y una historia, aportando una definición al conjunto del aprendizaje.

Entender el diseño dentro del sistema educativo abre nuevas oportunidades hacia la innovación educativa y a una clara evolución del concepto STEM hacia el STEAM.

# *Results.*

## **R.1. Result of the case studies.**

Then, based on the case studies, an analysis of the results of the different perspectives that the STEAM concept has worked under a technological process based on design thinking is carried out. For this they can be summarized in the following blocks:

- Case study 1: Design and development of evaluation tool.
- Case study 2: Design as a multidisciplinary methodology. Creativity in the STEAM process.
- Caso study 3: New technologies in the design process.

### ***R.1.1. Results of the case study 1: Design and development of the evaluation tool.***

This first experience, called the pilot study, has provided the first complete experimentation of the methodology developed and has put to the test the tool for the validation and evaluation of the didactic unit.

In this case, it is not a matter of analyzing and drawing conclusions from the methodology or if the exercise has been correctly proposed, but rather a series of factors and experiences that have been taken into account for the next two study cases are analyzed.

The methodological template is constituted as the tool that the teacher has to integrate new technologies in a curricular way in regulated education. This first case of study has been led by a teacher with slight knowledge in new technologies, and the staff has

helped him to configure a solution-problem type exercise in an orderly and clear way to later materialize it under a technological process based on design thinking.

The professor who has imparted this experience, has justified through the methodological template an exercise based on a project in which tools and didactic resources have been introduced and evaluated, which to date are not considered curricular. This provides a means to disseminate new knowledge with new resources and strategies.

This template is considered as a curricular medium for the creation and organization of a teaching guide as established by the Heziberri 2020 plan and it has been proposed as a record where students find the structure of the project to be developed. The different stages of the process, guide the way to the student towards the resolution of the problem that marks the project.

It is observed that the methodology not only includes strategies of design thinking, but also generates other strategies such as other variants of design thinking, minimum viable product, gamification, design through the user, design of experiences, etc.

This data is taken as reference for the investigation of the following cases and applying different design strategies. This will allow a different turn to the project in terms of design phases, the use of other technological materials, ICTs and teaching resources.

An example would be that instead of a product development as has been this case study, it is proposed from a strategy of gamification or design thinking among others. This allows that, maintaining the same methodological structure, the processes are carried out from another perspective and use of tools. It will be possible to evaluate, obtain results and evaluate the stages from more creative than technological points of view.

Its inclusion within the educational curriculum is possible, because a technological process based on design thinking can include other indicators that the education system does not propose. This fact allows an evolution for the following cases of study where it is valued direct the indicators towards stages with a definition closer to creativity.

The tool designed for the development of evaluation and validation, allows a complete analysis of each stage of the design. It can be related both to the competencies indicated in the educational curriculum and to the exercise or process indicated by the teacher. This means that you can analyze endless data related to the design methodology.

In this case study, a real test of the evaluation and validation capacity of the tool has been carried out. The impact of the disciplinary competences in each design stage is highlighted for future case studies.

One of the objectives to be solved of the Heziberri 2020 plan is the maximum possible integration of competences in each of the subjects. In this case, a didactic unit has been proposed from a multidisciplinary perspective, and in all the design stages that make up the project, the disciplinary competences act more or less equitably.

It can be observed that this exercise belongs to the technology subject and it is understood that the technological competences are the predominant ones, as well as the scientific ones and those of mathematics. But it should be noted that the methodological development also allows the selection of fully artistic skills. These are brought to the DiTec methodology can be understood from a creative point of view within the technological process, approaching the theories described by Maeda (2008).

If an analysis is made from the STEAM educational trend, in this case of study it can be said that the different disciplinary competences have been worked together in each stage, confirming a multidisciplinary perspective within the design process.

Finally, it is important to highlight the percentage of the weights and evaluations that each stage of the process must acquire. This means that you can analyze and develop each design stage from a single discipline or from the set of all of them.

***R.1.2. Results of the case study 2: Design as a multidisciplinary methodology. Creativity in the STEAM process.***

This case study has been the second complete experience in establishing a practical exercise in the development of a product following the research methodology. To carry out a real and standardized experience, it has been carried out with a professor specialized in technology classes.

The creation of the didactic unit the use of the template for the development of exercises has turned out to be more favorable than the one that uses the Heziberri 2020 plan.

Beyond offering more options or data than the Heziberri 2020 plan, it constitutes a guide in the design process or even for the development of a problem-solution. Not only is applicable by teacher, but also is formed as a guide / briefing for the resolution of the project.

The exercise to be developed shows a difficulty, because learning strategies are used that are not carried out in a habitual way. In this case, gamification has been used and then the development of a product. Although the teacher is an expert in this matter, it is considered difficult to adapt it in a curricular and evaluation way. This process of designing the activity, under the DiTec methodology, has helped its configuration and justification within the regulated curricular system.

In the research conducted, as described in the introduction to the chapter, the need to apply disciplinary elements in other educational subjects that are considered opposed. Since establishing STEAM as an educational trend, there is a lot of research reading that describes the term STEAM, but few studies that directly develop the content with quantitative data.

From a creative point of view, it can be observed that the development of projects with methodologies based on design allows an acceptance of creative indicators within a

technological and scientific process. In the stages of thinking and creating, the evaluation of creative indicators increases technological development.

Technology can be defined as the tool to achieve knowledge in the scientific-technological area, but these are taken from a more "artistic" process, students can create a more personalized process of the product or exercise.

By applying the methodology under creative indicators, beyond the development of the problem and the construction of the prototype, the students have created an identity, a history and a definition around the exercise. It has generated curiosity about the design discipline, to manufacture the product and how an emotional bond is finally established.

Understanding the "A" of STEAM as a creative and social driving force within a technological program is favorable. It has been shown in this experiment that creativity as well as the rest of basic competences, have been worked during the design process as an exercise where several disciplines converge in a subject.

Technology provides the necessary tools to drive creativity. This, applied to a DiTec methodology and integrating some indicators that enhance it, involves evolution to innovation.

From the curricular point of view and after the investigation of this case study and the previous one, it is necessary to talk about the "A" concept within the STEM trend. As seen in the images, it has fostered the stages of creation and experimentation in search of solutions to the problem. If new tools towards innovation are to be established in education, it is necessary to facilitate the imagination during the process.

Carrying out an exercise of such magnitude that requires knowledge of different educational fields is necessary to strengthen new learning processes and establish curricular criteria for creative development.

### ***R.1.3. Results of the case study 3: New technologies in the design process.***

This case study is constituted as the third complete experience carrying out an exercise based on the design of a product under a DiTec methodology. For its development, it has been carried out with two professors of the technology subject.

The use of the methodological template has been again the reference to follow for the generation of the didactic unit. According to the teachers, it has been optimal for the generation of an exercise in which new technologies can be integrated from a design project. As in the previous cases, it is shown as a guide for both the teacher and the student.

The practical case has been developed to evaluate and validate a multidisciplinary process divided into different stages. A discipline has been associated to each stage of the process and its behavior has been studied throughout the project.



Unlike the previous cases, it can be said that an exercise is carried out under a multi-disciplinary STEAM trend but these are treated from an independent perspective.

This has been possible thanks to the introduction of new technological tools that have made it possible to treat the stages as independent exercises within the same process or project.

These are not only cataloged as a tool to generate learning, but as a resource to generate new spaces and opportunities within education. An example has been this, it has been used three different technologies that have been the link between disciplines, project stages and creative integration in scientific-technological scenarios.

In this case of study, the use of new technologies has been encouraged as a creative means rather than as a means to obtain a final product. Although with the methodology the development of a product is achieved, the student has experienced new possibilities to his imagination and constitute new options within the disciplines of mathematics and science.

As in the previous experiment, art, understood from a creative perspective, has influenced all stages of design and the student himself. Beyond thinking and devising a product for its construction or simply the use of tools that are considered new, students have created an identity and a story, providing a sense to the whole learning.

Understand the design within the educational system open new opportunities for educational innovation and an evolution of the STEM concept towards the STEAM.



# Capítulo 9

## Logros y conclusiones. Líneas futuras.

### 9.1. Logros y resultados de la investigación.

En este capítulo se plantea un decálogo donde se analiza y concluye los principales logros y resultados que han dado forma a este trabajo de investigación:

- Integración del arte (A) entendido como creatividad en un proceso STE(A)M.
- Introducción al diseño como disciplina proyectual.
- Introducción al *design thinking* como estrategia creativa y curricular.
- Diseño de la metodología DiTec como guía de integración curricular del concepto STEAM.
- Las nuevas tecnologías como herramienta creativa y curricular.
- FabLab y movimiento maker como nuevos escenarios creativos y de experimentación. Camino hacia la educación personalizada.
- Integración de la robótica como herramienta creativa.
- Integración de la fabricación digital e impresión 3D como herramienta creativa.
- Desarrollo de una herramienta para evaluar la creatividad y el proceso de diseño.
- Las nuevas TIC y TAC como herramientas creativas y generación de conocimiento.
- Perspectivas STEAM a partir de un proceso tecnológico basado en *design thinking*.

### **9.1.1. Integración del arte (A) entendido como creatividad en un proceso STE(A)M.**

Como se ha visto a lo largo de la investigación ha existido una evolución del enfoque STEM, tratando de proporcionar todos los saberes y competencias educativas de una manera multidisciplinar. Desde una perspectiva de juntar todas las competencias de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en una disciplina compartida y desde el punto de vista de la ingeniería, adquiriendo un enfoque hacia la resolución de problemas tecnológicos.

Durante este trabajo se ha llevado a la práctica ambos escenarios bajo un paradigma proyectual basado en el *design thinking* y el uso de las nuevas herramientas creativas para la generación de conocimiento.

Siguiendo las teorías propuestas por Yakman (2008), se ha realizado los casos prácticos desde los dos enfoques que describe el concepto STEM con el objetivo de integrar de forma multidisciplinar el aprendizaje.

Se identifica en esta investigación, que uno de los mayores problemas para conseguir un aprendizaje interdisciplinar es la integración y la gestión de las distintas disciplinas que forma el currículo educativo. Se establece la necesidad de una metodología proyectual que establezca las pautas para crear una conexión continua entre las competencias.

Esta teoría viene reforzada por la escuela de diseño Rhode Island School Design y Maeda (2013) donde aseguraban la importancia de la creatividad como el nexo de unión entre disciplinas.

Para llevar a cabo esta gestión interdisciplinar, se implica estrategias basadas en el *design thinking* como la guía de interpretación creativa hacia la búsqueda de soluciones y el uso de las nuevas tecnologías como los medios para experimentar las ideas y generar conocimiento.

El desarrollo de una metodología enfocada en un proceso tecnológico basado en *design thinking*, ha generado el medio curricular y una estandarización para la integración del enfoque STEAM en el sistema educativo.

Como se ha visto en los distintos casos de estudio, cada etapa de diseño que define la metodología DiTec, logra bajo un enfoque creativo, la unión de las distintas competencias.

A través de esta investigación, se puede entender el diseño como la estrategia creativa para llevar a cabo la unión entre disciplinas y entenderla cómo la “A” de STEAM dentro del paradigma educativo.

### **9.1.2. Introducción al diseño como disciplina proyectual**

Se ha planteado un escenario donde las nuevas tecnologías generen conocimiento a partir de una metodología que permita la búsqueda de soluciones a un problema desde una perspectiva creativa.

Ante este escenario, se favorece un camino en el que el profesor pueda adaptarse a los nuevos recursos y entender estos como algo más que una herramienta que genere aprendizaje. Para ello se establece un proceso tecnológico basado en el *design thinking* en el que la estructura metodológica gira entorno a la resolución de problemas mediante una ABP y el uso de las nuevas tecnologías creativas.

El establecer un ABP bajo estrategias propias del *design thinking*, no solo ha supuesto el nexo de unión entre las nuevas herramientas tecnológicas y la educación, sino que además ha constituido un amplio abanico de ejercicios involucrando para la resolución de problemas otras áreas de conocimiento.

Ante esta oportunidad, se establece un escenario de aprendizaje a través de un proceso tecnológico basado en *design thinking* y se configura como la estrategia a investigar y desarrollar.

Una enseñanza bajo este proceso, se puede resumir como una guía para la resolución de problemas a partir de la creatividad y el uso de las nuevas tecnologías, todo ello bajo una estrategia fundamentada en los principios del *design thinking*.

### **9.1.3. Introducción al *design thinking* como estrategia creativa y curricular**

Aplicar un proceso tecnológico basado en *design thinking* genera un contacto con problemas sociales de la actualidad y donde tendrán que impulsar no solo sus conocimientos, sino la imaginación y creatividad para poner en marcha las ideas a resolver.

Este enfoque basado en los principios constructivistas educativos obliga al estudiante de una manera indirecta poner en marcha otros mecanismos de aprendizaje que tendrán que descubrir por sí solos posicionándoles con un rol de protagonistas en la adquisición de conocimiento.

El uso de la metodología ha proporcionado a los profesores un rol de diseñador de experiencias didácticas. Si bien es cierto que cada ejercicio se estructura de una forma distinta debido a los contenidos disciplinares que debe lograr el alumno, la base conceptual siempre gira entorno a los mismos principios basados en el diseño.

El aplicar como base de desarrollo de una unidad didáctica los principios que definen una metodología basada en *design thinking*, genera un aprendizaje autónomo dentro del trabajo colaborativo. Les permite pensar, imaginar, documentar, idear, experimentar, validar, decidir y presentar desde estrategias educativas distintas.

Durante la investigación, mediante los casos de estudios y todas las experiencias realizadas con anterioridad, se ha comprobado que este proceso tecnológico basado en *design thinking* proporciona la estructura necesaria para plantear distintas estrategias de aprendizaje como por ejemplo la gamificación, aprendizaje cooperativo, flipped classroom, realidad aumentada etc.

Los alumnos a partir de un problema existente consiguen responder a un reto planteado y llevan a cabo las tareas bajo un aprendizaje de proyecto. Aplicando las nuevas he-

herramientas bajo un proceso tecnológico y un proceso de diseño, permite que estas generen conocimiento y se conviertan en el nexo de unión de lo teórico con lo práctico, es decir, lo aprendido en las aulas llevado con un sentido práctico a la vida real.

#### **9.1.4. Diseño de la metodología DiTec como guía de integración curricular del concepto STEAM**

El plan Heziberri para el 2020 propone un nuevo escenario de aprendizaje por competencias y abre posibilidades a incorporar distintas metodologías. Estas competencias básicas generan de forma indirecta un cambio del rol docente en el profesor, convirtiendo el papel del alumno mucho más atractivo e implicado en el aprendizaje.

Aplicar en este escenario por competencias las nuevas herramientas ha supuesto la posibilidad de integrar disciplinas de otras áreas en la tecnológica y experimentar de una manera práctica la tendencia educativa STEM. El informe Horizon (2017) pone en relieve que la innovación educativa está en manos de la gestión de las materias de ciencias (S), tecnología (T), ingeniería (E) y las matemáticas (M).

Realizar un proceso de diseño implica que, más allá de la adquisición de conocimientos en el área científico tecnológico, ha llevado al alumno a un proceso por las ganas de aprender, interés por el conocimiento, interés por el uso de las herramientas, el manejo de la creatividad y la imaginación, la motivación, el sentido crítico y el trabajo y relación en grupo.

La metodología DiTec y la herramienta de validación proporcionan esa capacidad creativa y su estudio en el desarrollo de un proyecto tecnológico e integrado en las aulas.

En respuesta a este enfoque son muchos los docentes que defienden la integración del arte (A) entendido como proceso creativo dentro de las aulas donde se involucra a los alumnos a un aprendizaje multidisciplinar y conseguir así nuevas conexiones de conocimiento y nuevas oportunidades de aprendizaje.

La gestión de estas habilidades de carácter interpretativo y creativo ha fomentado la denominada tendencia STEAM y ha permitido una aproximación de su integración dentro de la educación con un sentido metodológico y curricular.

Este nuevo escenario basado en competencias abre la puerta a su aplicación reglada. La metodología ha posibilitado dar viabilidad al concepto STEAM creando una conexión multidisciplinar a través de las competencias disciplinares y el uso de nuevas herramientas tecnológicas.

Favorecer el aprendizaje STEAM ha generado dos componentes a tener en cuenta en esta conexión de disciplinas, la tecnología y el arte. De acuerdo con un estudio realizado por Ruiz (2017) para la integración de STEAM en el currículo, se establece que mediante una metodología DiTec, la tecnología como herramienta se convierte en un proceso de aprendizaje ya que esta permite ser personalizada en función de las estrategias didácticas. Al igual ocurre con el arte entendido como creatividad. Si se plantea

desde un punto de vista para la búsqueda de soluciones de problemas se convierte en la guía y conexión de las etapas de diseño.

#### **9.1.5. Las nuevas tecnologías como herramienta creativa y curricular**

Desde sus inicios toda la investigación gira entorno a la palabra *nuevas tecnologías* como un recurso de experimentación para la resolución de problemas y la generación de ideas.

El desarrollo de las nuevas tecnologías TIC y TAC junto con el auge de internet, no solo ha evolucionado la sociedad actual y estilos de vida, sino que ha ido transformando nuestro modo de relacionarnos e interactuar entre nosotros mismos.

A nivel pedagógico se ha visto que la entrada de estas tecnologías ha iniciado un cambio en el uso de los medios de comunicación que poseen los docentes llegando a la necesidad de introducir cambios en el sistema curricular hacia competencias de carácter digital.

Pero el desarrollo de estas, aplicadas desde un punto de vista pedagógico, no están capacitadas para generar conocimiento. Se constituyen como recursos y herramientas que favorecen el proceso de aprendizaje.

Pero basar el estudio de las distintas competencias y objetivos curriculares bajo estas herramientas tecnológicas ya no es suficiente. Inmersos en los inicios de la cuarta revolución industrial, estas TIC y TAC deben ir acompañadas de una metodología que garantice un aprendizaje significativo en el alumno y su continua aplicación en el día a día fuera del entorno escolar.

Para ello se han establecido criterios para investigar la manera de transmitir conocimiento de la tecnología en el ámbito curricular y que sean los propios docentes los que estén capacitados para diseñar dicha tarea.

Tal y como describe el objetivo general se ha diseñado una metodología para integrar estas tecnologías de una forma curricular. La nueva propuesta educativa planteada por el Gobierno Vasco para el 2020, genera una educación por competencias dejando abiertos varios frentes a investigar, desarrollar e implementar nuevos paradigmas educativos basados en el uso de las nuevas herramientas tecnológicas.

#### **9.1.6. FabLab y movimiento maker como nuevos escenarios creativos y de experimentación. Camino hacia la educación personalizada.**

Al mencionar la palabra nuevas herramientas tecnológicas, hace referencia a aquellas que se están instaurando en los centros a lo largo de los últimos años. Son muchos los tipos y marcas que encontramos en el mercado. En este trabajo de investigación se hace referencia a dos tipos, a la fabricación digital y aditiva mediante el uso y la gestión de la impresora 3D, y la programación y electrónica a partir del uso de la robótica a través de Arduino.

El movimiento maker y opensource ha posibilitado el desarrollo y la evolución continua de estas herramientas llegando a desarrollar la herramienta necesaria para cada caso práctico. Sin ir más allá, en esta investigación se ha diseñado mediante fabricación digital y se ha prototipado mediante impresión 3D, todos los recursos y herramientas para poder llevar a cabo los casos prácticos.

Se ha creado un laboratorio maker - FabLab para el desarrollo de una metodología que integre los conocimientos educativos que indica el marco legal junto con el desarrollo de proyectos de diseño y se puedan realizar los experimentos y casos prácticos. Pero tratar junto al sistema educativo elementos curriculares fuera del horario escolar y sin la supervisión de un docente cualificado crea desavenencias.

Este dato supone una evolución hacia la educación personalizada. Hasta hace poco tiempo, las herramientas se constituían como un recurso hacia el aprendizaje. Ahora, al hablar de nuevas tecnologías, el concepto adquiere nuevas perspectivas.

Estas se entienden como un nexo de unión entre la docencia y las distintas estrategias o procesos que se quieran adoptar para la generación de aprendizaje y el desarrollo de habilidades de los estudiantes.

Cabe destacar la importancia de estos movimientos y las consecuencias que implica dentro de las nuevas TIC y TAC en el entorno educativo. Vincular la filosofía maker y el uso de estas herramientas fomenta en el niño las capacidades de diseñar, crear, aprender, compartir y mejorar.

Esta capacidad de construcción en la que los alumnos puedan idear y posteriormente desarrollar sus propios inventos, capacita de la creatividad necesaria para afrontar una metodología de aprendizaje basada en proyectos de diseño y se vean involucradas varias disciplinas curriculares.

#### **9.1.7. Integración de la robótica como herramienta creativa.**

La robótica educativa se puede definir como una herramienta de aprendizaje que a través de enfoques pedagógicos basados en ABP, se logren avances en la capacidad del diseño y planificación, en el trabajo en equipo y en la resolución de los problemas. Aportando beneficios como el desarrollo personal, la creatividad y el buen uso de las nuevas tecnologías.

De esta forma, complementándose de una manera adecuada junto con una metodología basada en *design thinking* y el uso de otras tecnologías creativas, se puede plantear cómo una herramienta que despierte el interés del alumno por la propia construcción del conocimiento y dejando al docente como un guía en el proceso.

Desde el punto de vista de esta investigación, la introducción de la robótica educativa en las aulas a nivel curricular ha supuesto una evolución de la forma de integrar la el concepto STEAM en una educación en continuos cambios. Se convierte en el medio



para generar los primeros pasos en una comunicación directa de los problemas de la vida real con los ejercicios realizados en el aula.

La robótica como herramienta creativa muestra que, ante los continuos cambios en el panorama de la educación y el desarrollo tecnológico, se abre paso como una posibilidad disciplinaria en la creación de nuevos espacios de aprendizaje y evolución del conocimiento muy ligados al movimiento maker y FabLab.

En la actualidad se identifica que la fuente principal de aprendizaje en materia de robótica se da en un ambiente universitario relacionado con la ingeniería. El reto de esta investigación ha sido dar los primeros pasos para abordar el paradigma educativo STEAM en la educación secundaria y cómo estas tecnologías pueden influir en el resto de competencias bajo una metodología basado en diseño.

Más allá de cuestiones políticas, económicas y sociales son muchos los factores que dificultan o cuesta reconocer estos ejercicios dentro del ámbito curricular y se tenga que ofertar como materia extraescolar. Entre otros, podemos destacar por ejemplo la formación del profesorado en materias TIC y TAC, nuevas prácticas pedagógicas, la falta de recursos económicos para la adquisición de herramientas tecnológicas, un programa educativo orientado etc.

Tanto en los casos prácticos desarrollados, así como en las publicaciones que se muestran en los anexos, la aplicación de la robótica en un escenario basado en un proceso tecnológico basado en *design thinking*, ha permitido al alumno adquirir nuevas habilidades y competencias, lo que a su vez le genera nuevas herramientas de aprendizaje en otros campos de la educación regalada.

#### **9.1.8. Integración de la fabricación digital e impresión 3D como herramienta creativa.**

Como indican el informe *Horizon Report* y el informe *Pisa*, establecen que la fabricación digital, asociado a la fabricación aditiva e impresión 3D, son los recursos creativos y el medio para generar nuevas unidades didácticas.

Como hemos realizado en estudios anteriores, al igual que la robótica, la impresión 3D como herramienta creativa bajo un proceso tecnológico basado en *design thinking*, ha demostrado que, ante los cambios en el panorama educativo y el continuo desarrollo tecnológico, se abre paso a una nueva disciplina en el desarrollo de nuevos escenarios de aprendizaje para la evolución del conocimiento.

La impresora 3D como herramienta creativa para experimentar el conocimiento, ha supuesto una motivación para los alumnos donde han potenciado la creatividad y aumentado la capacidad multitarea aplicado a diferentes áreas curriculares bajo un enfoque multidisciplinar STEAM.

Un aprendizaje basado en *design thinking* ha permitido al alumno trabajar de una forma más activa y autónoma, prestándose y apoyándose en su compañero en la búsqueda de soluciones.

La impresión 3D como herramienta educativa ha fomentado el trabajo en grupo. El desarrollo continuo de solucionar problemas en un proceso en el que el profesor actúa de guía y no de facilitador de soluciones, hace que los alumnos se apoyen entre ellos prestando la máxima colaboración. Este aprendizaje colaborativo produce un aumento de las habilidades sociales y de comunicación que permite al alumno compartir ideas para la superación de los retos.

El concepto “aprender haciendo” ha llevado al alumno a la curiosidad de un aprendizaje continuo donde no solo ha experimentado la capacidad de llevar a cabo su idea mediante una impresora 3D, sino que ha aprovechado al máximo todas las etapas de desarrollo que componen el proceso tecnológico basado en *design thinking*.

#### **9.1.9. Las nuevas TIC y TAC como herramientas creativas y generación de conocimiento.**

Las TIC y las TAC han generado un nuevo paradigma educativo donde los profesores y las instituciones educativas deben plantearse nuevos escenarios docentes y por lo tanto nuevos ejercicios y metodologías que guíen a una adecuada formación y generación de conocimiento. Para ello es esencial gestionar y hacer buen uso de las nuevas herramientas tecnológicas en las competencias curriculares.

Los softwares utilizados en esta investigación han sido de tipo “open source”. Estos se caracterizan por el uso libre y gratuito en la mayoría de los casos. Su desarrollo supone un avance en el sentido de que todos los alumnos puedan tener al alcance estas tecnologías no solo en las aulas, sino en sus hogares de una forma gratuita.

En su contra, nos encontramos que no siempre son actualizados, o son continuamente renovados, surgiendo así cambios que llevan mucho tiempo para el diseño de nuevas actividades.

Desde el punto de vista del docente, se requiere una formación continua y guiada dentro del nuevo paradigma educativo. El profesor necesita horas extracurriculares para preparar y desarrollar el contenido, así como de mantener todo el material preparado y ajustado a disposición del alumno.

#### **9.1.10. Desarrollo de una herramienta para evaluar la creatividad y el proceso de diseño.**

De forma genérica los planteamientos de evaluación favorecen o priorizan los contenidos de aprendizaje o los logros que el alumno adquiere a partir de indicadores propuestos por los docentes.

Se ha observado en los casos prácticos realizados, que se establecen indicadores que hacen referencia a estos contenidos. Más allá de conseguir una evaluación de los alumnos de los análisis de logro de objetivos, han generado unos criterios dentro de la metodología para el desarrollo de la unidad didáctica.

Los indicadores del proceso han permitido evolucionar o llevar a la práctica el concepto STEAM de una forma metodológica. Ciertamente se puede hablar de que las disciplinas que forman STEAM actúan por sí solas en el ejercicio. Es relativamente fácil encajar en la asignatura de tecnología disciplinas del ámbito científico, de las matemáticas, de la ingeniería o incluso el arte. Pero éstas, entendidas en su conjunto provocan cambios a la hora de diseñar y estructurar las etapas que componen la unidad didáctica.

El poder establecer unos indicadores que validen el proceso creativo y las nuevas herramientas tecnológicas ha permitido investigar cómo se comportan éstas en el sistema educativo y analizar la influencia que ejercen dentro de la evaluación del ejercicio.

Por ello, se ha diseñado una herramienta digital que esté capacitada de realizar una evaluación y validación instantánea de los indicadores y de todas las relaciones de estos con cada etapa del proceso de diseño. Sin la herramienta no sería posible un análisis de etapas con cierta agilidad.

Como se ha podido observar en los casos de estudio y las experimentaciones, si se evalúa el proceso de diseño llevado a cabo por los alumnos junto con los indicadores que marcan la creatividad se produce un aumento considerable de la nota. Cabe destacar este dato en las etapas correspondientes a la ideación del proyecto.

Lo mismo ocurre si se generan indicadores del uso y la gestión de las herramientas tecnológicas. Éstas aplicadas desde una perspectiva para la generación de conocimiento, indican un aumento de evaluación del ejercicio en los casos estudiados. Cabe destacar especialmente en las etapas de diseño correspondiente a crear, experimentar y validar.

Asociar el *design thinking* con elementos curriculares bajo el uso de las herramientas tecnológicas, ha permitido llevar a la práctica las teorías multidisciplinares y romper las barreras tradicionales que asocian la tecnología y la ciencia como el vehículo hacia la innovación.

## 9.2. Líneas futuras de investigación.

Se puede establecer seis áreas en las que se está involucrado este trabajo de investigación. Más allá de hacer una revisión íntegra del trabajo para posibles mejoras, se deja la puerta abierta a una guía de posibilidades hacia la optimización de la metodología y una futura integración en el sistema educativo:

- *Evolución del concepto STEAM*: La primera área a explorar es la tendencia educativa STEAM. Esta futura línea se establece como investigación prioritaria

ria a corto plazo. Son varios los informes que hacen hincapié en su integración como gestión multidisciplinar en el currículo.

En esta investigación se ha tratado este fenómeno como el punto de partida de una metodología multidisciplinar y ha adquirido una definición integradora para el desarrollo de proyectos de diseño a través de la creatividad y el uso de nuevas herramientas tecnológicas.

Se propone una investigación exhaustiva de cómo se trata este paradigma a nivel mundial desde distintas perspectivas: educativas, políticas, económicas, sociales y tecnológicas. La posibilidad de estandarizar un proceso mediante STEAM puede significar nuevas oportunidades y dejar la puerta abierta a la innovación educativa.

- *Diseño como disciplina educativa:* La segunda área a explorar es el concepto artístico dentro del paradigma educativo. Como se ha visto en esta investigación, a partir de la tendencia STEAM, se integra en el currículo mediante un enfoque creativo multidisciplinar. Éste, viene dado a partir de indicadores externos provenientes de estrategias basadas en diseño.

Se plantea una investigación que complemente el currículo educativo ya sea como competencia o una disciplina de diseño como referente para el desarrollo de proyectos y búsqueda de soluciones.

- *Integración de nuevos escenarios maker y FabLab:* La tercera área a explorar es la investigación para el diseño de herramientas tecnológicas y espacios educativos. El concepto open source y maker está en auge. Esto sugiere una investigación de cómo puede influir la gestión y el uso de las nuevas herramientas en el paradigma educativo y su posible integración dentro de las competencias disciplinares.

Son numerosos los centros que toman como referencia los FabLab y los espacios maker. Las nuevas herramientas tecnológicas y su uso marcan la distribución de estos espacios. Se plantea la investigación de nuevos espacios de trabajo dentro del ámbito educativo y la definición de nuevos laboratorios que generen aprendizaje.

- *Diseño de nuevas herramientas mediante Big Data:* La cuarta área a explorar es el método de evaluación y gestión de datos. En esta investigación se ha desarrollado una herramienta que capacita al docente a elegir indicadores de distintas competencias, distribuirlas a lo largo de las etapas de diseño y que genere la evaluación y validación de la unidad didáctica. Son numerosos los datos e indicadores para gestionar y almacenar bajo un proceso de diseño para cada alumno. Inmersos en la cuarta revolución industrial, se plantea el diseño de nuevas herramientas que posibiliten evaluaciones con mayor agilidad y seguridad.

- *Evolución del Blockchain aplicado a la educación:* La última área a explorar es el diseño y una herramienta basada en la seguridad. Cada vez las TIC están más presentes en nuestro día a día lo que conlleva al manejo de un sinnúmero de

datos para la comunicación. Del mismo modo ocurre en el sistema educativo para establecer una evaluación de etapas con múltiples indicadores y datos. En esta investigación se ha planteado un acercamiento al Blockchain como almacenamiento de datos de una manera segura. Se propone el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas que gestione todos los datos en materia de comunicación y seguridad.

- Desarrollo del concepto Internet of Things (IoT) en sistema educativo: Las nuevas tecnologías requieren de nuevos proyectos y guías para el aprendizaje. Ha quedado manifiesto el interés por la robótica y la fabricación digital. Pero estas tecnologías requieren de nuevos proyectos y temáticas para su implementación. Se plantea el concepto IoT como temática proyectual en rangos de edades mayores para el aprendizaje y uso de las nuevas tecnologías creativas bajo un enfoque STEAM.



# Chapter 9

## Attainments and conclusions.

### Future line.

#### 9.1. Attainments and results of the investigation.

This chapter lists a decalogue where the main achievements and results that have been part of this investigation are analyzed and concluded:

- Integration of Art (A) understood as creativity in a STE(A)M process.
- Introduction to design as a curricular discipline.
- Introduction to design thinking as a creative and curricular strategy.
- Design of DiTec methodology as a guide of the curricular integration of the concept STEAM.
- New technologies as a creative and curricular tool.
- FabLab and the maker movement as new creative and experimentation scenarios. Path towards personalized education.
- Integration of robotics as a creative tool
- Integration of digital manufacture and 3D printing as creative tools.
- Development of a tool that evaluates creativity and knowledge creation.
- New TIC and TACs as creative tools and knowledge creators.
- STEAM perspectives from a technological process based on design thinking.

##### 9.1.1. *Integration of art (A) understood as creativity in a STE(A)M process.*

As it has been shown through the whole investigation, there has been an evolution on the STEM approach, trying to supply all the knowledge and educational competences

in a multidisciplinary way. From the point of view of trying to combine all the competences that come from Sciences, Technology, Engineering and Mathematics into a shared discipline and from the point of view of engineering, acquiring an approach towards solving technological problems.

During this research work, both scenarios have been applied under a project paradigm based on design thinking and the use of new creative tools for the creation of knowledge.

Following the theories proposed by Yakman (2008), the case studies have been developed from the two approaches described by the STEM concept with the aim of integrating knowledge in a multidisciplinary way.

It has been identified in this investigation that one of the biggest problems to achieve interdisciplinary knowledge is the combination and management of the different disciplines that are part of the educational curriculum. It has been established the need of a project methodology that sets the model to create a continuous connection between competences.

This theory is reinforced by the Rhode Island School Design and Maeda (2013), where the importance of creativity as the bond between disciplines was assured.

To accomplish this interdisciplinary management, strategies based on design thinking are involved as the creative interpretation guide towards the search of solutions and the use of new technologies as the means to experiment the ideas and create knowledge.

The development of a methodology focused in a technological process based on design thinking has generated the curricular process and standardization for the integration of STEAM approach in the education system.

As seen on the different case studies, every stage of design defined by DiTec methodology obtains a creative approach, the connection between the different competences.

Through this investigation, design can be understood as the creative strategy that connects the disciplines and as the “A” from STEAM inside the educational paradigm.

### ***9.1.2. Introduction to design as a curricular discipline.***

A scenario where new technologies create knowledge from a methodology that allows the search of solutions to a problem from a creative perspective has been suggested.

In this case, a favorable path is created so that the professor can adapt to new resources and understand them as something more than a tool that generates knowledge. To achieve this a technological process based on design thinking is established, where the methodological structure revolves around problem solving through an ABP and the use of creative technologies.

By establishing an ABP under the strategies typical of design thinking, not only there has been a nexus between the new technological tools and education, but also it has



constituted a wide variety of exercises, involving other areas of knowledge into problem solving.

In view of this opportunity, a learning scenario is established through a technological process based on design thinking, and it is drafted as the strategy that will be investigated and developed.

Education under this process can be summarized as a guide for problem solving from creativity and the use of new technologies, under a strategy based on design thinking.

### ***9.1.3. Introduction to design thinking as a creative and curricular strategy.***

If a technological process based on design thinking has to be applied, this generates a contact with current social problems and students will have to impel not only their knowledge, but also imagination and creativity in order to implement ideas that need to be solved.

This approach based on educational constructivist principles forces the student to implement other knowledge mechanisms that they will have to discover by themselves, positioning them with a leading role in knowledge acquisition.

The methodology used has given the professors the role of being the designer of the teaching experiences. Every exercise is conceived on a different way due to the disciplinary contents that each student should achieve, but the conceptual base revolves around the same principles based on design.

When the principles that define a methodology based on design thinking are applied as the development base of an educational unit, this generates an autonomous learning inside the collaborative work. It lets the students think, imagine, document, design, experiment, validate, decide and present from different educational strategies.

During the investigation, through the case studies and all the experiences made prior to them, it has been proven that the technological process based on design thinking provides the structure needed in order to create different learning strategies such as cooperative learning, flipped classroom, augmented reality, etc.

Students, with an existing problem as starting point, will be able to answer a challenge and perform the tasks following project learning. Applying the new tools on the technological and design process, students will be allowed to generate knowledge and be the nexus between theoretical and practical tasks. This means that they will be able to put into practice what they have learned at the classroom.

### ***9.1.4. Design of DiTec methodology as a guide of curricular integration of the concept STEAM.***

The *Heziberri 2020 plan* suggests a new learning scenario based on competences and brings the possibility of involving different methodologies. These basic competences

generate indirectly a change of the professor's role, making the student's role much more attractive and involved in the learning process.

When these new tools have been applied to this scenario based on competences, it has caused the possibility of integrating disciplines from other areas into the technological one and experimenting on a practical way the educational trend STEM. The Horizon report (2017) highlights that educational innovation is on the hands of the management of the Science (S), Technology (T), Engineering (E) and Mathematics (M) subjects.

A design process means that, further than knowledge acquisition in the scientific technological area, the student has followed a process through interest in knowledge, interest in the use of tools, the management of creativity and imagination, motivation, critical awareness and group work and relationship.

DiTec methodology and the validation tool gives that creative ability and its learning in the development of a technological project that is integrated in the classroom.

There are a lot of professors who defend the integration of art (A) understood as the creative process inside the classroom where the students are involved in multidisciplinary learning so that they achieve new knowledge connections and new learning opportunities.

The management of these abilities has encouraged a trend named STEAM and has allowed an approach of its integration inside Education in a methodological and curricular sense.

This new scenario based in competences opens the door to it's a curricular system. The methodology has allowed to give feasibility to the concept STEAM, creation a multidisciplinary connection through the disciplinary competences and the use of new technological tools.

When STEAM learning is used, there are two constituents that have to be taken into account in the connection between disciplines, technology and art. On his case study for the integration of STEAM into the curriculum, Ruiz (2017) establishes that through a DiTec methodology, technology as a tool becomes a learning process since it can be personalized depending on the teaching strategies. Same happens with art conceived as creativity. If it is conceived as a point of view for problem solving it gets to be the guide and link between the different stages of design.

#### ***9.1.5. New technologies as creative and curricular tools.***

Since its beginning, the whole investigation revolves around the word new technologies as an experimentation resource for problem solving and creation of ideas.

The development of TIC and TAC new technologies along with the raise of the Internet not only have evolved our current society and way of life, but has also transformed the way we relate and interact with each other.

On a pedagogical level it has been seen that the use of these technologies has started a change in the use of means of communication that teachers have, reaching the need to introduce changes in the educational system towards competences that have a digital nature.

But the development of these, applied from a pedagogical point of view, are not able to create knowledge. They are constituted as resources and tools that favour the learning process.

It is not enough to base the study of the different competences and curricular objectives on these technological tools. Immersed in the beginning of the fourth industrial revolution, these TEC and TAC have to go together with a methodology that guarantees a significant learning for the student, and its continuous application in the everyday school environment.

In order to do so, different criteria have been established to investigate how to spread technological knowledge in the learning area and to make teachers able to design said task.

As it has been described on the general objective, a methodology to integrate these technologies on the curriculum has been designed. The new educational proposal suggested by the Basque Government for 2020 generates an education based on competences, with some ideas to investigate, develop and implement new educational paradigms based on the use of new technological tools.

#### ***9.1.6. FabLab and the maker movement as new creative and experimentation scenarios. The path to personalized education.***

The word new technological tools means those that have been established in schools during the past years. A lot of types and brands can be found nowadays. In this case study there are references to two of them, digital manufacturing using and managing a 3D printer and programming and electronics of robots through Arduino.

The maker and opensource movement has made possible the development and continuous evolution of these tools, being able to develop the needed tool for each case study. In fact, this investigation all the resources and tools needed to solve the case studies have been designed using digital manufacturing and modeled using 3D printing.

The FabLab-maker laboratory has been created to develop a methodology that integrates the educational knowledge asked by the legal frame along with the development of design projects. With all this, the case studies can be solved. But having to deal with curricular elements of the educational system out of the school timetable and without the supervision of a qualified teacher has created some disagreements.

This fact means an evolution towards personalized education. Until recently, the tools were constituted as a resource for learning. Now, when talking about new technologies, the concept gets new perspectives.

These are understood as a bond between teaching and the different strategies or processes that should be adopted to generate learning and development on the students' abilities.

It is important to highlight the importance of these movements and the consequences that imply in the new TIC and Tac in the educational environment. If the maker philosophy and the use of tools are linked, they will improve the student's ability to design, create, learn, share and improve.

This ability to build where the students can devise and later develop their own inventions, gives them enough creativity to confront a learning methodology based on design projects where different curriculum disciplines are involved.

#### ***9.1.7. Integration of robotics as a creative tool.***

Educational Robotics can be defined as a learning tool that through pedagogical approaches based on ABP is able to achieve progress in the ability to design and plan, teamwork and problem solving. It also has multiple benefits such as personal development, creativity and proper use of new technologies.

This way, complementing a methodology based on design thinking and the use of other creative technologies, it can be considered as a tool that brings the student's attention to the building of knowledge and leaves the teacher as a guide on the process.

From the point of view of this investigation, the introduction of educational Robotics in the classroom on a curricular level has meant an evolution on the way that the concept STEAM is integrated in an Education that is constantly changing. It gets to be the way to generate the first steps in a direct communication between real life problems and the exercises solved in the classroom.

Robotics as a creative tool shows that facing the constant changes in Education and technological development, it can be a disciplinary possibility to create new learning and knowledge evolution spaces that are very connected to the maker and FabLab movement.

It has been identified that currently the main source of learning Robotics is a University environment related to Engineering. The challenge that this investigation has faced has been taking the first steps to approach the educational paradigm STEAM in secondary education and how these technologies can influence the rest of the abilities following a methodology based on design.

Both in the case studies developed and in the research articles that are listed in the annexes, the application of Robotics in a scenario based on a technological process based on design thinking has allowed the student to acquire new abilities, and at the same time this generates new learning tools in other areas of Education.

### ***9.1.8. Integration of digital manufacturing and 3D printing as creative tools.***

The Horizon Report and Pisa report establish that digital manufacturing, associated to additive manufacturing and 3D printing, are the creative resources and way to generate new teaching units.

In previous studies it has been demonstrated that, just as Robotics, 3D printing as a creative tool upon a technological process based on design thinking leads the way to a new discipline in the development of new learning scenarios for the evolution of knowledge.

The 3D printer as a creative tool to experiment knowledge has meant a motivation for students where they have developed their creativity and improved their multitasking ability applied to different educational areas under a STEAM multidisciplinary approach.

Due to a learning based on design thinking the student has been able to work more active and autonomously, helping and being helped by partners while searching for solutions.

3D printing as an educational tool has reinforced teamwork. The continuous development of problem solving in a process where the teacher acts as a guide and not as a problem solver, makes the students support each other and reach a high level of collaboration. This collaborative learning increases social and communication skills that allow the student to share their ideas in order to overcome challenges.

The concept of “to learn by doing” has taken the student to be curious about learning, where not only has experimented the ability to perform their idea using a 3D printer, but also has been able to take the most out of all the steps of development that are part of a technological process based on design thinking.

### ***9.1.9. The new TIC and TAC as creative and knowledge generating tools.***

The ICT and LKT have generated a new educational paradigm where teachers and educational institutions have to create new teaching scenarios and thus new exercises and methodologies that get to a proper knowledge creation. For this it is essential to manage and use properly the new technological tools in the curricular competences.

The software used in this investigation has been “open source”. These are free to use in most of the cases. Their development means an advance since all of the students can have access to these technologies not only at the classroom but also at home for free.

Against them we find that they are not always up to date, or are constantly updated, thus causing changes that make it too long to design new activities.

From the teaching point of view, a continuous and guided training inside the new educational paradigm is required. The teacher needs extracurricular hours to prepare and develop the content, prepare the material and adjust it to the students.

**9.1.10. Development of a tool to evaluate creativity and the designing process.**

Generally, the evaluation approaches favour or give priority to the learning contents or the achievements that the student acquires from the indicators suggested by the teachers.

It has been noticed during the case studies that indicators referring to those contents have been established. It has also generated some criteria in the methodology for the development of the teaching unit.

The indicators of this process have allowed to evolve or put into practice the concept STEAM in a methodological way. It can be said that the disciplines that conform the concept act by themselves during the exercise. It is relatively easy to fit in the subject of Technology disciplines from the scientific, mathematic, engineering or even art fields. But these, understood as a whole cause changes when it is time to design and arrange the steps that compose the teaching unit.

As it has been possible to establish these indicators that validate the creative process and the new technological tools, this has allowed to investigate how these behave in the educational system and analyse the influence they have during the evaluation of the exercise.

For this, a digital tool that is able to make an evaluation and instant validation of the indicators and of all the bonds these have with every stage of the designing process has been created. Without these tools it wouldn't be possible to analyse the stages so easily.

Through the case studies and experiments it has been noticed that if the designing process accomplished by the students is evaluated along with the indicators that mark the creativity, there is a high increase on the grades. It is important to highlight this during the respective stages of project conception.

Same happens if usage indicators and technological tools management are generated. These applied from a knowledge generating perspective show an increase on the grades during the exercise on the case studies. It is important to underline especially the designing stages that correspond to creating, experimenting and validating.

When design thinking has been connected to curricular elements under the use of technological tools, it has been possible to put into practice the multidisciplinary theories and break the traditional barriers that link technology and science as the vehicle towards innovation.

## 9.2. Future lines of investigation.

More than making a full review of the work to try to find improvements, a door is left open for a guide of possibilities towards optimization of the methodology and a future integration into the educational system:

- *Evolution of the concept STEAM:* the first area that has to be explored is the educational trend STEAM. This future line is established as a priority investigation in the short term. There are several reports that underline its integration as a multidisciplinary management in the curriculum. In these investigations STEAM has been established as the starting point of a multidisciplinary methodology and has acquired an integrating definition for the development of design projects through creativity and the use of technological tools. It has been suggested a thorough investigation of how this paradigm is approached worldwide from different perspectives: educational, political, economic, social and technological. The possibility of standardizing the process using STEAM may mean new opportunities and leaves the door open to educational innovation.
- *Design as an educational discipline:* the second area that has to be explored is the artistic concept inside the educational paradigm. As it has already been seen during this investigation, the trend STEAM integrates it in the curriculum through a multidisciplinary creative approach. This is proved by external indicators coming from strategies based on design. An investigation that complements the educational curriculum as a competence or as a design discipline that works as the model for the project development and problem solving is suggested.
- *Integration of the new maker and FabLab scenarios:* the third area that has to be explored is the investigation for the design of technological tools and educational spaces. The concepts opensource and maker are rising. This suggests an investigation of how it can influence the management and use of new tools in the educational paradigm and their possible integration among the disciplinary competences. There are many centres that have FabLab and maker spaces as their model. The new technological tools and their use mark the distribution of these spaces. It is important to investigate new working spaces in the educational field and the definition of new laboratories that generate learning.
- *Design of new tools through Big Data:* the fourth area would be the evaluation method and data management. In this investigation there has been developed a tool that allows the teacher to choose the indicators for the different competences, distribute them along the design stages and generate the evaluation and validation of the teaching unit. There are many data and indicators to manage and store within a design process for each student. Immersed on the fourth industrial revolution, the design of new tools that allow quicker and safer evaluations has to be considered.

- *Evolution of Blockchain applied to Education:* the last area that should be explored is design and a tool based on security. TICs are more and more present on our everyday life, which means there are a lot of data for communication. The same happens on the educational system to establish an evaluation of the stages with multiple indicators and data. In this investigation it has been suggested an approach to Blockchain as the way to store data safely. The development of new technological tools that manage all the data in communication and security has been suggested.
- *Development of the concept Internet of Things (IoT) in the educational system:* New technologies require new projects and guides for learning. It is evident the interest on Robotics and digital manufacturing. But these technologies require new projects and topics for their implementation. The concept IoT is set as a project topic in older age groups for learning and use of new creative technologies under a STEAM approach.



# BIBLIOGRAFÍA



# Bibliografía

- Adams, J. (2011). *Good products, bad products: essential elements to achieving superior quality*. McGraw Hill Professional (1), 1-272. ISBN: 978-007182401.
- Adell, J., & Castañeda, L. (2010). Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje. *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas (1)*, 19-30.
- Aguilar, M., & Leiva, J. (s.f.). La participación de las familias en las escuelas TIC: análisis y reflexiones educativas. *Pixel-Bit, Revista de medios y educación (40)*, 7-19.
- Aguilar, R. (2017). *Modelo para la observación del contexto en un proyecto de diseño a partir del pensamiento complejo*. Tesis doctoral.
- Almerich, G., Suárez, J., & Orellana, N. (2010). La relación entre la integración de las tecnologías de la información y comunicación. *Revista Electrónica de Evaluación e Investigación Educativa (28)*, 31-50.
- Álvarez, J., & Gisbert-Cervera, M. (2010). Grado de alfabetización informacional del profesorado de Secundaria en España: Creencias y autopercepciones. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación, 23(45)*, 187-194. doi.org/10.3916/C45-2015-20

- 
- Antuñez, L. (1992). Del Proyecto Educativo a la Programación de Aula. El qué, el cuándo y el cómo de los instrumentos de la planificación didáctica. *Aula - La programación didáctica* (1), 149-152.
- Area, M. (2004). Los medios y las tecnología en la educación. *Revista Española de pedagogía* (230), 85-100.
- Área, M. (2010). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos. Un estudio de casos. *Revista de educación* (352), 77-97.
- Área, M., & Sanabria, A. (2014). Opiniones, expectativas y valoraciones del profesorado participante en el programa escuela 2.0. *Educar* (50), 15-39.
- Área, M., Sanabria, A., & Vega, A. (2015). Las políticas educativas TIC (Escuela 2.0) en las comunidades autónomas de España desde la visión del profesorado. *campus virtuales*, 74-88. doi.org/10.17398/1695-288X.16.2.63
- Azcaray, J.K., Martínez, M., Leslabay, M., Esteve, C. (2017). Product Design & 3D Printing: Integrating New Technologies into The Curriculum - Case Study. *International Journal on Integrating Technology in Education* (6)4, 11-23. doi: 10.5121/ijite.2017.6402.
- Azcaray, J.K., Martínez, M., Leslabay, M., Esteve, C. (2018). Methodology for the Integration of New Technologies into Education through Learning Based on Design Projects. Case Study. *International Conference in Science Education* (7), 18-22.
- Azcaray, J.K., Martínez, M., Leslabay, M., Esteve, C. (2018). Educational Trend in Engineering: Perspectives in the use of Digital Manufacturing and 3D Printing. *International Journal of Innovative Trends in Engineering* (41)1, 1-4.
- Azcaray, J.K., Martínez, M., Leslabay, M., Esteve, C. (2018). Product Design as a Creative Methodology among Scientific Technological and Artistic Education. *International Journal of Education* (6)1/2, 1-12. doi: 10.5121/ije.2018.6201.
- Azcaray, J.K., Martínez, M., Leslabay, Ribola, M., M., Esteve, C. (2018). Use of Robotics and a Learning Methodology Based on Engineering Design Projects. *International Journal of Innovative Trends in Engineering* (43)1, 24-29.
- Barberá, J., & Fuentes, M. (2012). Estudios de casos sobre las percepciones de los estudiantes en la inclusión de las TIC en un centro de educación secundaria. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 16 (3), 285-305.
- Barrera Lombana, N. (2014). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis & Saber. Revista de Investigación y Pedagogía*, 215-234. doi.org/10.19053/22160159.3582
- Barrows, H. (1986). A Taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education* 20, 481-486. doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x

- Belén Curto, D., & Pittí Patiño, K. (2014). Uso de la Robótica como Herramienta de Aprendizaje en Iberoamérica y España. *VAEP-RITA*, 2(1), 41-48.
- Beltran-Pellicer, P., & Rodriguez-Jaso, C. (2017). Modelado e impresión en 3D en la enseñanza de las matemáticas; un estudio exploratorio. *ReiDoCrea*, 6, 16-28.
- Benito, A., & Cruz, A. (2005). Nuevas claves para la docencia universitaria en el EES. *Narcea* 27, 103-104.
- Bermúdez, A. (2012). *Como implementar el ABP: La experiencia de la Escuela de Medicina de la UPC*. Editorial Universidad Peruana de Ciencias (1) 1-113.
- Bonet, A., Meier, C., Saorín, J., de la Torre, J., & Carbonell, C. (2017). Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el fomento de la competencia creativa. *Arte, Individuo y Sociedad*, 89-104. doi: 10.5209/ARIS.51886
- Bravo Sánchez, F. Á., & Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Educación*, 13(2), 120-136.
- Briceño, J., & Castellanos, M. (2016). Diplomados para la formación de docentes en el uso pedagógico de las TIC. *Opción* (32)11, 164-178.
- Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business review*, 1, 105-120.
- Brown, T. (2009). Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation. *HarperBusiness* (1), 1-272.
- Brown, T. (2015). Design Thinking. Un método creativo y diferente para afrontar proyectos y solucionar los problemas que surgen en las empresas. *BBVA Innovation Center*, 1(1), 1-33.
- Brown, T., & Wyatt, J. (2010). Design Thinking for Social Innovation. *Development Outreach*, 12(1), 29-43. doi.org/10.1596/1020-797X\_12\_1\_29
- Bruce, B. (1996). Technology as Social Practice. *Educational Foundations*, 10(4), 51-58.
- Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in design Thinking. *Design Issues*, 8(2), 5-21. doi:10.2307/1511637
- Bugnon, F., & Bessis, R. (1968). Biologie de la vigne. Acquisitions récentes et problèmes actuels. 1, 160.
- Burnette, C. (2018). ¿Es posible una teoría general del design thinking?. *Experimenta* (77), 124-127.
- Caballero, P., & Ferré, J. (2001). Bioinsecticidas: fundamentos y aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* en el control integrado de plagas. *International Journal of Tropical Insect Science* (23) 2, 1-318. doi: 10.1017/S1742758400020397

- 
- Cabero Almenara, J., & Marín Díaz, V. (2017). La educación formal de los formadores de la era digital. *Los educadores del S. XXI. (1)* 29-42. doi:10.4025/notandum.44.4
- Cabero, J. (1999). *Fuentes documentales para la investigación audiovisual, informática y nuevas tecnologías de la información y documentación*. Cuadernos de Documentación multimedia (8), 1-10.
- Cabero, J. (2004). Formación del profesorado en TIC: el gran caballo de batalla. *Comunicación y Pedagogía. Tecnologías y Recursos didácticos (195)*, 27-31.
- Cabero, J. (2016). *Tendencias educativas para el S. XXI*. Madrid: CEF.
- Cabero, L., Barroso, J., & Llorente, M. (2010). El diseño de Entornos Personales de Aprendizaje y la formación de. *Digital Education Review(18)*, 27-37.
- Canessa, E., Fonda, C., & Zennaro, M. (2013). *Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development (3)* Low-cost 3D Printing (11), 13-24.
- Capraro, R., Capraro, M., & Morgan, J. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Springer Science & Business Media. doi: 10.1007/978-94-6209-143-6
- Carretero, M. (2000). Constructivismo y educación. *Reseñas educativas (1)*, 1-22.
- Carrillo Quellala, M., & Suscal Sánchez, K. (2017). *Robótica educativa para la asignatura de matemáticas en educación general básica en la provincia de el oro*. Universidad Técnica de Machala (1), 1-56.
- Cascales Martínez, A., Carrillo García, M., & Redondo Rocamora, A. (2017). ABP y tecnología en educación infantil. *Pixel\_Bit. Revista de medios y educación, 50*, 201-210. doi:10.12795/pixelbit.2017.i50.14
- Casquero, O. (2013). Una perspectiva tecnológica. En L. Castañeda y J. Adell (Eds.). *Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red. Marfil(50)*, 71-84.
- Castillo Díaz, R., & González-Bañales, D. (2016). Design thinking aplicado a procesos de investigación cualitativa. Experiencia con una tesis doctoral. *5º Congreso internacional de gestión tecnológica y de la innovación*, 1-19.
- Ceccaroni, L., & Piera, J. (2017). Analyzing the role of citizen science in modern research. *Hershey PA: Information Science Reference.(1)*, 1-23. doi:10.4018/978-1-5225-0962-2.ch001
- Chomsky, N. (2004). *Estructuras sintácticas*. S. S. XXI editores.
- Coll, C. (2009). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. *OEI (1)*, 113-136.

- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J. S., & Zabala, A. (1997). El constructivismo en el aula Los profesores y la concepción constructivista. *El constructivismo en el aula (1)*, 7-23.
- Collazos Vargas, M., & Mesa Velasquez, L. M. (2016). *Luces y sombras en la formación en robótica: el caso Pygmalion*. Universidad de Antioquia. Medellín (1), 1-57.
- Cònsul, M. (2007). Historia de un cambio: Un curriculum integrado con el aprendizaje basado en problemas. *Enciclopedia Catalana, SAU*, 1-20.
- Cortés, J., Arbeláez, O., & Mendoza, J. (2009). El entorno LEGO Mindstorm en la introducción a la robótica y la programación. *Scientia et Technica*, 41(1), 42-45.
- Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design Studies*, 3(4), 221-227. doi.org/10.1007/1-84628-301-9\_1
- Cuiñas, I., Fernández Iglesias, M., Caeiro, M., Mariño Espiñeira, P., Costa-Montenegro, E., & Díaz-Otero, F. (2018). La metodología design Thinking aplicada en aprendizaje basado en proyectos. *Nuevos desafíos en la enseñanza superior (1)*, 319-323.
- Dafonte-Gómez, A., Ramahí-García, D., & García-Crespo, O. (2017). El uso de la tecnología en la educación: modelos para un marco referencial que integre la competencia digital en la docencia. *Educación mediática y competencia digital(1)*, 1790-1804.
- Defez Candel, E., & Soler Basauri, V. (2013). *Introducción al cálculo integral*. Editorial Universitat Politècnica de València (1) 1-143.
- Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro. *Comité Internacional de Educación (1)*, 1-46.
- Departamento de Educación, P. L. (2015). *Currículo de la Educación Básica*. Gobierno Vasco: Currículo de carácter orientador que completa el Anexo II del Decreto 236/2015).
- Dewey, J. (1938). Experience and Education. *Touchstone*, 18, 1-40.
- Domínguez, F., & Antequera, J. (2017). El movimiento Maker como ecología de aprendizaje: estudio del caso Gumiparty. *CIAIQ 2017, 1*, 422-430.
- Dorst, K. (2015). *Frame Innovation: Create New Thinking by Design*. The MIT Press, 1-224. ISBN-10: 0262324318
- Durán, B., López, J., Martínez, J., & Flores, T. (2017). Formación en TIC y competencia digital en la docencia en instituciones públicas de educación superior. *Apertura*, 9(1), 80-96. doi:dx.doi.org/10.32870/Ap.v9n1.922

- 
- Enríquez, S. (2012). Luego de ls TIC, las TAC. *II Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula*(1), 1-12.
- Escofet Roig, A., López, M., & Álvarez, G. (2014). Una mirada crítica sobre los nativos digitales: análisis de los usos formales de TIC entre estudiantes universitarios. *Revista Q- Tecnología, Comunicación y Educación*, 9(17), 1-19.
- Feito Alonso, R. (2008). Competencias Educativas: hacia un aprendizaje genuino. *Andalucía Educativa*, 1(66), 24-26.
- Fernández de la Iglesia, J., Fernández Morante, M., & Cebreiro, B. (2016). Desarrollo de un cuestionario de competencias en TIC para profesores de distintos niveles educativos. *Revista de medios y educación*(48), 135-148. doi:10.12795/pixelbit.2016.i48.09
- Ferreiro, R. (2008). Mas alla del salon de clases. Los nuevos ambientes de aprendizaje. *Complutense de Educación*, 19(2), 333-346.
- Fiedler, S., & Pata, K. (2009). Distributed Learning Environments and Social Software: In Search for Framework of Design. *Social Computing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (1), 1-14. doi:10.4018/978-1-60566-208-4.ch011
- Frank, R. H., & Bernanke, B. S. (2008). *Principles of Microeconomics*. McGraw-Hill/Irwin (2), 1-464. ISBN: 978-0073517858.
- Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., & Hall Giesinger, C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K*. The New Media Consortium (1), 1-67.
- Fuad-Luke, A. (2002). *Manual de diseño ecológico*. Gustavo Gili, 23-45.
- Galán Cruz, P., & Garrote Escribano, N. (2016). La robótica en educación infantil, realidades y limitaciones. Universidad Complutense de Madrid, 1-93.
- García Sáez, C. (2016). (Casi) Todo por hacer. Una mirada social y educativa sobre los Fab Labs y el movimiento maker. *Fundación Orange*, 1, 1-75.
- Gómez-Baeza, R. (2016). Los nuevos espacios de creación. *TELOS (Cuadernos de Comunicación e Innovación)* (1), 15-30.
- González, A., & del Valle López, A. (2008). *El aprendizaje basado en problemas: una propuesta metodológica en educación superior*. Narcea Ediciones (18), 1-192. ISBN: 978-84-277-1575-2
- González, C. (2015). Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior: pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Revista de Educación a Distancia* (1), 1-15.



- González-Gómez, J., Valero-Gómez, A., Prieto-Moreno, A., & Abderramin, M. (2012). A new open source 3d-printable mobile robotic platform for education. *Advances in autonomous mini robots*, 1(1), 49-62.
- González-Jorge, H., Roca, D., Torres, S., Armesto, J., & Puente, I. (2014). Una experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos en el ámbito tecnológico: Diseño de un sistema de navegación indoor de bajo coste. *Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 7(1), 8-19.
- Guedes, A., Guedes, F., & Laimer, A. (2015). Experiencias de robótica educativa/Experiences with Educational Robot. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 4(2), 193-204.
- Gutiérrez, J., & Cabero, J. (2016). Estudio de caso sobre la autopercepción de la competencia digital del estudiante universitario de las titulaciones de grado de Educación Infantil y Primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 20(2), 180-199.
- Guzmán Duque, A., Rueda Gómez, K., & Mendoza Paredes, J. (2017). Las competencias tecnológicas de los estudiantes, un aporte a la calidad educativa para evidenciar la competitividad en las Instituciones de Educación Superior. *I(1)*, 554-565.
- Guzman, A., & Nussbaum, M. (2009). Teaching competencies for technology integration in the classroom. *Journal of Computer Assisted Learning*(25), 453-469. doi:10.1111/j.1365-2729.2009.00322.x
- Hernandez Requena, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *Revista de Universidad y Sociedad del conocimiento: RUSC*, 5(2), 26-35. dx.doi.org/10.7238/rusc.v5i2.335
- Hernández, J., Martínez, F., García, F., Herrera, M., & Rodríguez, M. (2013). Teachers' attitude regarding the use of ICT. A factor reliability and validity study. *Computers in Human Behavior*, 31, 509-516. doi.org/10.1016/j.chb.2013.04.039
- Huertas, A., & Pantoja, A. (2016). Efectos de un programa educativo basado en el uso de las TIC sobre el rendimiento académico y la motivación del alumno en la asignatura de tecnología de educación secundaria. *Educación XXI*, 19(2), 229-250. doi.org/10.5944/educxx1.16464
- Iniesta, M., Sánchez, R., & Schlesinger, W. (2013). Investigating factors that influence on ICT usage in higher education: a descriptive analysis. (I. R. Marketing, Ed.) *Marketing, International Review on Public Nonprofit*, 10(2), 136-174. doi:10.1007/s12208-013-0095-7
- Ioannis Miaoulis. (2015). El reto de la alfabetización tecnológica. *Aprender hoy para solucionar el mañana*. Barcelona: Cosmo Caixa (1), 16-17.

- 
- Jacek, M. (2001). Some thoughts on robotics for education. *2001 AAAI spring symposium on robotics and education*, 1(1), 1-4.
- Jiménez-Pinzón, L., Arango-Sánchez, R., & Jiménez-Builes, J. (2014). LEGO Mindstorms NXT: Juego como Herramienta de Aprendizaje de Programación. *Lampsakos*(12), 72-78. doi:10.21501/21454086.1351
- Johansson, U., & Woodilla, J. (2010). How to avoid throwing out with the bath water: An ironic perspective on design thinking. *EGOS Colloquim*, 1(1), 1-24.
- Johari, A., & Bradshaw, A. (2008). Project-based learning in an internship program: A qualitative study of related roles and their motivational attributes. *Educational Technology Research and Development*, 56, 329-359. doi:10.1007/s11423-006-9009-2
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Ludgate, H. (2013). Horizon Report: Edición sobre Educación Superior. *Horizon Report NMC*, 1-26.
- Jonassen, D. (1991). Evaluating constructivistic learning. *Educational Technology*, 31(9), 28-33.
- Jung, I. (2000). ICT-Pedagogy Integration in Teacher Training: Application Cases. Worldwide. *Journal of Educational Technology & Society*, 8(2), 94-101.
- Kelley, T., & Kelley, D. (2013). *Creative confidence: Unleashing the creative potential within us all*. Crown Business (1), 1-288. ISBN 978-0-385-34936-9
- Leinonen, T. (2010). Designing Learning Tools. Methodological Insights. *Aalto University School of Art and Design publication series (1)*, 83-142. ISBN:978-952-60-0032-9
- Leinonen, T., & Durall, E. (2014). Pensamiento de diseño y aprendizaje colaborativo. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, 42, 107-116. doi: <http://dx.doi.org/10.3916/C42-2014-10>
- López Conde, J. (2016). Notas del Futuro2. Impresoras 3D. *Centro de Análisis y Prospectiva*, 1(1), 1-17.
- López Remírez, P., & Andrade Sosa, H. (2013). Aprendizaje con robótica, algunas experiencias. *Educación*, 37(1), 43-63.
- Losada, D., Karrera, I., & Jiménez, E. (2012). Factors facilitating successful Educational innovation with ICT in school. *Revista de Psicodidáctica*(17), 113-134.
- Lozano, R. (2011). Las TIC/TAC: de las tecnologías de la información y comunicación a las tecnologías de aprendizaje y del conocimiento. *Think Epi*, 5(1), 45-47.

- Lugo, M., López, N., & Toranzos, L. (2014). Informe sobre tendencias sociales y educativas en américa latina 2014. Políticas ticen los osistema educativos de américa latina 2014. *UNESCO* (1), 15-40.
- Maeda, J. (2008). *Las leyes de la simplicidad: diseño, tecnología, negocios, vida*. Gedisa (1), 1-128. ISBN 9788497845434
- Maeda, J. (2013). STEM+Art = STEAM. *The STEAM Journal*, 1(1), 1-5. doi:10.5642/steam.201301.34
- Maertens, L., Guermah, H., & Trocino, A. (2014). Dehydrated chicory pulp as an alternative soluble fibre source in diets for growing rabbits. *World Rabbit Science*, 22(2), 97-104. dx.doi.org/10.4995/wrs.2014.1540
- Manzini, E. (2015). *Cuando todos diseñan: una introducción al diseño para la innovación social*. Experimenta Editorial, 1-256. ISBN-10: 8494481703
- Manzini, E., & Jégou, F. (2003). Sustainable everyday. *Design Philosophy Papers. 1*, 187-191. doi.org/10.2752/144871303X13965299302271
- Marqués Graells, P. (2012). Impacto de las TIC en la Educaciónm: funciones y limitaciones. *Revista de investigación*, 2(1), 1-15.
- Márquez, J., & Ruiz, J. (2014). Robótica educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria. *Didáctica, Innovación y Multimedia* 10(30), 1-12.
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.
- Martin, L., & Omrani, N. (2015). An assessment of trends in technology use, innovative work practices and employees' attitudes in Europe. *Applied Economics*, 47(6), 623-638. doi.org/10.1080/00036846.2014.978072
- Martínez Torán, M. (2016). ¿Por qué tienen tanta aceptación los espacios maker entre los jóvenes? *Cuadernos de Investigación en Juventud*, 1(1), 95-104. doi:10.22400/cij.1.e003
- Martínez Torán, M. (2016). Open Design y Makerspaces en España. *Experimenta* (72), 95-105.
- Martínez Torán, M., Gómez Nogueira, A., Martínez Roa, A., Andrés Palau, A., & García Sáez, C. (2016). Fabricación digital en España. *Experimenta*, 72, 105-106.
- McKim, R. (1980). Thinking visually: A strategy manual for problem solving. *Lifetime learning publications* (1), 15-30.

- 
- Méndez, J., & Delgado, M. (Junio de 2016). Los TIC en centros de educación primaria y secundaria en Andalucía. *Digital Educación*, 1(29), 134-165. <http://dx.doi.org/10.1344/der.2016.29.134-165>
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for Teacher Knowledge. *Michigan State University*, 1017-1054. doi:10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x
- Mishra, P., & Koehler, M. (2008). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers college record. *In Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 1(1), 1-16. doi:10.1.1.523.3855&rep=rep1&type=pdf
- Moggridge, B., & Atkinson, B. (2007). *Designing interactions*. Cambridge MA: MIT press (1), 722-735.
- Montero, M., & Sonn, C. C. (2009). *Psychology of Liberation*. Springer (1), 1-15 doi:10.1007/978-0-387-85784-8
- Moreno, N., Leiva, J., & López, E. (2016). Robótica, modelado 3D y Realidad Aumentada en educación para el desarrollo de inteligencias múltiples. *Aula de Encuentro*, 2(18), 158-183.
- Moreno-García, A. (2016). *Impresión en 3D para la enseñanza de la geometría en 5º de primaria*. Trabajo fin de Grado. Unir, 1-49.
- Moya López, M. (2013). De las TICs a las TACs: la importancia de crear contenidos educativos digitales. *Didáctica, Innovación y Multimedia (DIM)*, 1(27), 1-15.
- Murphy, R. (2000). Introduction to a robotics. *The Mit Press*(2), 1-400. doi:10.1017/S0263574702224236
- Navarro Fajardo, J. C. (2014). *Bóvedas valencianas. Arquitecturas ideales, reales y virtuales en época medieval y moderna*. Editorial Universitat Politècnica de València. ISBN: 978-84-9048-188-2
- Nessler, D. (2016). Cómo aplicar el pensamiento de diseño, diseño centrado en personas, experiencia de usuario o cualquier proceso creativo desde cero. *d.school* (1), 1-8.
- Norman, D., & Veganti, R. (2014). Incremental and radical innovation: Design research vs. technology and meaning change. *Design issues*, 30(1), 78-96. doi.org/10.1162/DESI\_a\_00250
- Núñez Gómez, P., García Guardia, M., & Hermida Ayala, L. (2012). Tendencias de las relaciones sociales e interpersonales de los nativos digitales y jóvenes en la web 2.0. *Revista Latina de Comunicación Social*(67), 176-206.

- Núñez Ircio, J., & Curto Prieto, M. (2017). *Propuesta de Unidad didáctica de tecnología de 4º Curso de educación secundaria obligatoria: Impresión 3D*. Universidad Internacional de La Rioja. UNIR, 1-71.
- Ocaña Rebollo, G. (2015). Robótica Educativa, Iniciación. Libro del Profesor. *Dextra Editorial* (1), 1-11.
- Ocaña, G. (2012). Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa. *Espiral cuadernos del profesor*, 5(10), 1-9.
- Ocaña, G., Romero, I., Gil, F., & Codina, A. (2015). Implantación de la nueva asignatura "Robótica" en Enseñanza Secundaria y Bachillerato. *Investigación en la escuela*(87), 65-79.
- Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica. *Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 1(3), 34-36.
- OECD. (2010). Are the New Millenium Learners Making the Grade? Technology Use and Educational Performance in PISA 2006. *OECD*(1), 1-4.
- Olsen, N. (2015). Design Thinking and food innovation. *Trends in Food Science & Technology*, 41(2), 182-187. doi:10.1016/j.tifs.2014.10.001
- Ortega, M., & Ceballo, P. (2015). Design thinking: Lidera el presente. Crea el futuro. *Esis*, 1-158. ISBN: 978-84-15986-54-6
- Ortiz-Colón, A., Maroto, J., & Agreda Montoro, M. (2017). Uso y Recursos Tecnológicos de los Entornos Personales de Aprendizaje con Estudiantes de los Grados de Maestro en Educación Infantil y Primaria. *Scielo*, 10(5), 1-4. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000500005>
- Owen, C. (2007). Design Thinking: Notes on Its Nature and Use. *Design Research Quarterly*, 2(1), 16-27.
- Papanek, V., & Fuller, R. (1972). Design for the real world. *Thames and Hudson* (2), 1-418.
- Papert, S. (1995). La máquina de los niños- Replantearse la educación en la era de los ordenadores. *Paidós Ibérica S.A.*, 1-12.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36(2), 1-11.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2006). *Recomendación 2006/962/CE sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*.
- Pedró, F. (2011). Tecnología y Escuela: lo que funciona y por qué. *Fundación Santillana*(1), 17-20.
- Pérez, F.A.F.; Guerra, J. L. G.; (2017). Ineternet de las cosas. *Perspectiv@s*, 10(11), 45-49.

- 
- PISA. (2015). Draft collaborative problem solving framework. *Informe PISA*(1), 1-94.
- Pitt, J. (2009). Blurring the boundaries. STEM education and education for sustainable development. *Design and technology education: an international journal*, 14(1), 37-48.
- Pittí Patiño, K., Curto Diego, B., Moreno Rodilla, V., & Rodríguez Conde, M. (2014). Uso de la robótica como herramienta de aprendizaje en Iberoamérica y España. *Vaep-Rita*, 2(1), 41-48.
- Prenski, M. (2008). Nativos e inmigrantes digitales. *CEE Participación Educativa* (9), 53-71.
- Ramírez, E., Cañedo, I., & Clemente, M. (s.f.). Las actitudes y creencias de los profesores de secundaria sobre el uso del internet en sus clases. *Comunicar* (19), 147-155. doi:10.3916/C38-2012-03-06
- Raquimán, P. (2014). Representaciones sobre el uso de las TIC. Relatos de vida de los profesores. *Revista Iberoamericana de Educación*, 65, 75-90.
- Rittel, H., & Webber, M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy sciences*, 4(2), 155-169. doi:10.1007/BF01405730
- Rivera Julio, Y., & Turizo Martínez, L. (2015). ABP para enseñanza y desarrollo de proyectos tecnológicos interdisciplinarios en Arduino. *Ventana Informática*, 32, 77-89. doi:10.13140/2.1.3965.6486
- Roca Llobet, J., Reguant Álvarez, M., & Canet Velez, O. (2014). Aprendizaje basado en problemas, estudio de casos y metodología tradicional: una experiencia concreta en el grado en enfermería. *International Conference on University Teaching and Innovation*, 196, 163-170. doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.029
- Roque López, M., & Valverde Ponce, R. (2015). La observación y la percepción del entorno y modelos en el espacio a través de aplicaciones prácticas con sistemas de impresión en la educación artística. *Colbaa*, 1(1), 1-9.
- Roth, B. (1973). Design Process and Creativity. *Universidad de Standford*, 1-24.
- Rowe, P. (1987). Design thinking. *MIT press* (1), 1-242. ISBN Q-262-68067-X
- Ruiz Cartagena, J. (2016). Propuesta de un modelo metodológico para el diseño de servicios innovadores en pymes: estudio de caso en una pyme del sector servicios. Editorial *Universidad de Murcia* (1), 55-37.
- Ruiz Velasco, E. (2006). Robótica Pedagógica: Desarrollo de entornos de aprendizaje con tecnología. *Virtual Educa*, 1, 1-17.
- Ruiz Vicente, F., Zapatera Llinares, A., & Montes Sánchez, N. (2017). Diseño de proyectos STEAM a partir del curriculum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo,

- Flipped Classroom y Robótica Educativa. *Universidad CEU Cardenal Herrera*, 1(1), 1-416.
- Ruiz, I., Rubia, B., Anguita, R., & Fernández, E. (2010). Formar al profesorado inicialmente en habilidades y competencias en TIC: perfiles de una experiencia colaborativa. *Educación* (352), 149-178.
- Sánchez López, M., & Vidal Vázquez, O. (2013). Aprendizaje colaborativo basado en proyectos desarrollados en ingeniería. *Congreso sobre tecnología, educación y sociedad*(1), 1-19.
- Sánchez, E.-V. (2007). *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Ediciones Díaz de Santos.
- Sanders, M. (2009). Integrative STEM education: primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Santos Macía, F. (2009). La Tecnología. El proceso Tecnológico y sus Fases. *Temas para la Educación* (4), 1-7.
- Saorín, J., Meier, C., de la Torre-Cantero, J., Carbonell-Carrera, C., Melián-Díaz, D., de León, & de León, A. (2017). Competencia Digital: Uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D. *EDMETIC*, 6(2), 27-46. doi:10.21071/edmetic.v6i2.6187
- Schön, D. (1983). The reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. *The Journal of Continuing Higher Education*, 34(3), 29-30. doi:10.1080/07377366.1986.10401080
- Sebastian, R., Olanda, R., & Orduña, J. (2013). Introducción de metodologías de aprendizaje basado en problemas en el marco de las TIC. *Actas de la conferencia XIX JENUI* (1), 153-160.
- Seguel, C. (2018). Diseñando historias a través de la observación. *Experimenta* (77), 137-138.
- Segura, M., Candiotti, C., & Medina, C. (2007). Las TIC en la Educación: panorama internacional y situación española. *XXII Semana monográfica de la Educación*. Editorial Santillana (1), 1-86.
- Sigalés, C., Mominó, J., Meneses, J., & Badia, A. (2008). La integración de internet en la educación escolar española. *Situación actual y perspectivas de futuro* (1), 195-201. ISBN 1197-2249
- Siraj-Blatchford, J. (2005). Nuevas tecnologías para la educación infantil y primaria. *Ediciones Morata* (1), 1-30.

- 
- Sousa, D.A., Pilecki, T. (2013). *From STEAM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*. Thousand Oaks, 107-110. doi: doi.org/10.1080/10632913.2017.1300970
- Steinbeck, R. (2011). El «design thinking» como estrategia de creatividad en la distancia. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, 37, 27-25. doi:10.3916/C37-2011-02-02
- Stickdorn, M., & Schneider, J. (2011). *This is Service Design Tinking*. BIS Publishers, (1), 1-367. ISBN 978-90-6369-279-7
- Valverde, J., Fernández, M., & Revuelta, F. (2013). El bienestar subjetivo ante las buenas prácticas educativas con TIC: su influencia en profesorado innovador. *Educación XXI*, 16(1), 255-280. doi:10.5944/educxx1.16.1.726
- Valverde, J., Garrido, M., & Sosa, M. (2010). Políticas educativas para la integración de las TIC en Extremadura y sus efectos sobre la innovación didáctica y el proceso enseñanza-aprendizaje: la percepción del profesorado. *Revista de educación* (352), 99-124.
- Vasílievich Dávídov, V. (1997). Biografía Vygotski. *Revista Colombiana de Psicología*, 5(6), 45-49. doi:10.15446/rcp
- Vega, E. (2018). Los orígenes del design thinking. El diseño como una forma de pensamiento. *Experimenta*, 77, 128-135.
- Vega, J., & Cañas, J. (2014). Curso de robótica En educación secundaria usando constructivismo pedagógico. *Jornadas de Innovación y TIC Educativas*, 1-8.
- Velasco Rodríguez, M. (2017). Las TAC y los recursos para generar aprendizaje. *Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3(2), 771-777. doi:10.22370/ieya.2017.3.2.796
- Velásquez, J., Rios, C., Martínez, C. Y., & Mendoza, L. (2017). Conocimiento del contenido en formulación de preguntas de competencias específicas en la prueba Saber Pro para docentes en formación de ciencias naturales en Colombia. *Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y a Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología*, 431-440. ISBN: 2027-1034
- Vidal, M. (2006). Investigación de las TIC en la educación. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 5(2), 539-552.
- Willging, P., Astudillo, G., Castro, L., Bast, S., Ocelli, M., & Distel, J. (2017). Educación con tecnologías: la robótica educativa aplicada para el aprendizaje de la programación. *In XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación* (1), 1174-1178.



- Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. *Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching, 1*, 1-28.
- Yakman, G., & Lee, Y. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S as a practical educational framework for Korea. *Journal of Korea Association Science Education, 32*(6), 1072-1086. doi:10.14697/jkase.2012.32.6.1072
- Yépes, N. (2013). Estrategias para la gestión de la innovación: Pasado, Presente y Futuro. *NGE@ UAN-Tendencias en la Ingeniería, 3*(5), 29-41.
- Yi-Chen, C., Hung-Lin, C., & Wei-Han, H.-C. (2011). Use of tangible and augmented reality Models in Engineering Graphics Courses. *Journal of Professional Issues In Engineering Education & Practice, 137*(4), 267-276. doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000078

---

# WEBGRAFÍA



# Webgrafía<sup>1</sup>

- Álvarez, B. (2017). 5 Pasos para aplicar el Design Thinking en clase. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <http://elearning.galileo.edu/?p=1141>
- Arribas, C. (2017). Robótica, inteligencia artificial, industria 4.0 e inversiones financieras. Recuperado el 13 de 06 de 2018, de <https://www.iicv.net/blog/robotica-inteligencia-artificial-industria-4-0-e-inversiones-financieras/>
- Aupatuz. (2016). Nuevo Currículo para educación infantil en el País Vasco. Bilbao: Aupatuz. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de <http://www.aupatuz.org/es>
- Barrio, N. (2015). Innovación en el aula: La impresión 3D. Revista digital Inesem. Recuperado el 09 de 03 de 2019, de <https://revistadigital.inesem.es/educacion-sociedad/innovacion-en-el-aula-la-impresion-3d/>, Ed.).
- Blazquez Ceballos, P. (2016). Ejemplos de Design Thinking como metodología para fomentar la innovación. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de

---

<sup>1</sup> Webgrafía: es un término que define el repertorio de recursos procedentes de internet referentes a una materia determinada o empleados en una obra o trabajo. Según la Fundeu BBVA es un neologismo adecuado. Obtenido de: <http://www.fundeu.es/recomendacion/webgrafia-bibliografia/>. (2015)

---

<https://www.icemd.com/digital-knowledge/articulos/ejemplos-design-thinking-metodologia-fomentar-la-innovacion/>

- Brazell, J. (2010). Recuperado el 09 de 03 de 2019, de <http://www.edutopia.org/blogs>.
- Brown, T. (2010). IDEO "Design Thinking" Approach. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <http://www.ideo.com/thinking/approach>
- Brown, T. (2014). IDEO. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://designthinking.ideo.com/?paged=6>
- Burnette, C. (2016). El futuro del design thinking. Infolio. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <http://www.infolio.es/articulos/burnette/thinking.pdf>
- Calvo Villalba, A. (2017). 5 pasos para aplicar design thinking al entorno escolar. Obtenido de Educación 3.0 Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/aplicar-design-thinking/43068.html>
- Comisión Europea. (2012). El desarrollo de las competencias clave en el contexto escolar en Europa: desafíos y oportunidades para la política en la materia. Luxemburgo: Oficina de publicaciones de la Unión Europea. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/el-desarrollo-de-las-competencias-clave-en-el-contexto-escolar-en-europa-desafios-y-oportunidades-para-la-politica-en-la-materia/educacion-union-europea/16161>
- d.school. (2018). Exploración y Experimentación. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://dschool.stanford.edu/fellows-in-residence/project-fellowship-history-approach>
- Design Council. (14 de 12 de 2015). El proceso de diseño: ¿Qué es el diamante doble? Obtenido de Design Council. Recuperado el 09 de 03 de 2019, de <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>
- Dominic, A. (2014). Design Thinking para educadores (2 ed., Vol. 2). IDEO. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://designthinkingforeducators.com/>
- Dougherty, D. (2016). Free to make: how the maker movement is changing our schools, our jobs, and our minds. Recuperado el 09 de 03 de 2019, de <http://samples.overdrive.com/?crid=777c2933-2eb7-49f1-a61fee75cb0c4e7b&epub-sample.overdrive.com>.
- Eeslay, C. (2013). ¿Cuál es la historia de la escuela de Standford?. Profesord de la Universidad Standford. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://www.quora.com/What-is-the-history-of-the-Stanford-d-school>
- Espeso, P. (2017). Programación y robótica en Educación Infantil: qué, por qué y cómo. Educación 3.0. Recuperado el 13 de 06 de 2018, de

- <https://www.educaciontrespuntocero.com/experiencias/programacion-robotica-educacion-infantil/45272.html>
- Games, A., & Kane, L. (2011). <http://dl.acm.org/>. Obtenido de DLM. Recuperado el 13 de 06 de 2018, de [http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2159366&dl=ACM&coll=DL&CFID=248989612&CFTO\\_KEN=69497711](http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2159366&dl=ACM&coll=DL&CFID=248989612&CFTO_KEN=69497711)
- García Macías, C. (2016). educaweb. Obtenido de Implantación de la robótica en el currículo de Eso. Recuperado el 13 de 06 de 2018, de <http://www.educaweb.com/noticia/2016/12/15/implantacion-robotica-curriculo-eso-10723/>
- Gartner, C. (2016). Revista El Economista. Obtenido de "Comienza la batalla de los robos". Recuperado el 12 de 06 de 2018, de <http://www.eleconomista.es/tecnologia/noticias/8047733/12/16/Comienza-la-batalla-de-los-robots-en-2017-asi-seran-los-que-logren-sobrevivir.html>
- Gupta, S. (2017). Pursuit of Unorthodox Ideas. Recuperado el 12 de 01 de 2019 de <https://unorthodoxideas.blogspot.com.es/>
- IDEO, & d.School. (2014). Design Thinking para educadores. IDEO. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://designthinkingforeducators.com/>
- Lütolf, G. (2014). Uso de Impresoras 3D en la Escuela: La Experiencia de 3drucken.ch. 1(1), 1-13. Recuperado el 16 de 06 de 2018, de [https://impresion3denelictp.files.wordpress.com/2014/03/uso-de-impresoras-3d-en-la-escuela-la-experiencia-de-3drucken-ch\\_gregor-lc3bctolf1.pdf](https://impresion3denelictp.files.wordpress.com/2014/03/uso-de-impresoras-3d-en-la-escuela-la-experiencia-de-3drucken-ch_gregor-lc3bctolf1.pdf)
- Madariaga, J. (2017). La robótica y la inteligencia artificial. Recuperado el 13 de 06 de 2018, de <http://www.latribuna.hn/2017/03/23/la-robotica-la-inteligencia-artificial/>
- Majo, J. (2003). UOC. Recuperado el 21 de 07 de 2018, de [http://www.uoc.edu/web/esp/articles/joan\\_majo.html](http://www.uoc.edu/web/esp/articles/joan_majo.html)
- MakerBot, E. (2015). MakerBot en el Aula: Introducción al diseño e impresión 3D. Brooklyn, NY: MakerBot Publishing. Recuperado el 13 de 06 de 2018, de <https://docplayer.es/55460483-Makerbot-en-el-aula-introduccion-al-diseno-e-impresion-3d.html>
- Ministerio de Educación. (2007). Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Madrid: Boletín Oficial del Estado. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://www.boe.es/boe/dias/2007/01/05/pdfs/A00677-00773.pdf>

- 
- Noriega, A. (2014). La evaluación por competencias. Recuperado el 09 de 03 de 2019, de <https://2-learn.net/director/la-evaluacion-por-competencias/>
- Pelegrí, J. (2018). INDUSTRIA 4.0: El camino hacia la automatización. Universal Robots. Recuperado el 09 de 03 de 2019, de <https://blog.universal-robots.com/es/industria-40>
- Plasencia, A. (2014). ¿La innovación necesita Arte? Periódico El Mundo. Recuperado el 05 de 04 de 2018, de <http://www.elmundo.es/economia/2014/09/10/54106cf122601dcf1f8b458d.html>
- Price, T. (2012). Infographic: A Brief History of 3D Printing. Connections. Recuperado el 16 de 06 de 2018, de [https://individual.troweprice.com/staticFiles/Retail/Shared/PDFs/3D\\_Printing\\_Infographic\\_FINAL.pdf](https://individual.troweprice.com/staticFiles/Retail/Shared/PDFs/3D_Printing_Infographic_FINAL.pdf)
- Reig, D. (2012). Conociendo la creatividad para potenciarla. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://www.dreig.eu/caparazon/2012/04/23/creatividad/>
- Reig, D. (2012). Taller Entornos personales de Aprendizaje. Recuperado el 13 de 06 de 2018, de [www.dreig.eu/caparazon/2012/01/19/taller-pin/](http://www.dreig.eu/caparazon/2012/01/19/taller-pin/)
- Reyes, L. (2018). Evaluación por competencias acción innovadora para el aprendizaje. Crítica. cl. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de <https://critica.cl/educacion/evaluacion-por-competencias-accion-innovadora-para-el-aprendizaje>
- Robinson, K. (2006). Do schools kill creativity? TED. Recuperado el 09 de 02 de 2018, de [www.ted.com/talks/ken\\_robinson\\_says\\_schools\\_kill\\_creativity.html](http://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity.html)
- Robolivre. (2013). Historia de la robótica. Recuperado el 13 de 06 de 2018, de <http://robolivre.org/conteudo/historia-da-robotica>.
- Rodal, E. (2018). Podcast Industria 4.0: robots, cobots y robótica colaborativa. Recuperado el 13 de 06 de 2018, de <https://www.euskaditecnologia.com/podcast-industria-4-0-robots/>
- Salado, P. (2009). Estructura para unidades didácticas constructivistas. Encuentro educativo. Revista de enseñanza y educación. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de <https://www.encuentroeducativo.com/numero-2-enero-09/recursos-formacion-num-2/estructura-para-unidades-didacticas-constructivistas/>
- Sanz, O. (2017). Educación 3.0. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de <https://www.educacionrespuntocero.com/entrevistas/tecnologia-herramienta-potenciar-creatividad-estudiantes/59312.html>
- STEAM Studio. (2019). El pensamiento de diseño. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <http://steam-studio.com/design-thinking/>



- Szczepanska, J. (2017). Design thinking origin story plus some of the people who made it all happen. Medium Corporation Inc, 1, 1-7. Recuperado el 12 de 01 de 2019 de <https://medium.com/@szczpanks/design-thinking-where-it-came-from-and-the-type-of-people-who-made-it-all-happen-dc3a05411e53>
- UNESCO. (1998). Informe Mundial sobre la Educación. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de <http://revistas.uned.es/index.php/REEC/article/download/7259/6927>
- UNESCO. (2000). Foro Mundial de Educación. En UNESCO (Ed.), Informe Final. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de <http://www.unesco.org/new/es/our-priorities/education-for-all/>
- UNESCO. (2005). Las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza: Manual para docentes o Cómo crear nuevos entornos de aprendizaje abierto por medio de las TIC. UNESCO. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139028\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139028_spa)
- UNESCO. (2014). Enfoques estratégicos sobre las TIC en educación en américa latina y el caribe. París, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000223251>
- UNESCO. (2015). La educación para todos, 2000-2015, Logros y desafíos. París: UNESCO. Recuperado el 29 de 04 de 2018, de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232565\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232565_spa)
- Tassi, R. (2008). Service Design Tools. Politecnico di Milano. Recuperado el 09 de 03 de 2019, de <http://www.servicedesigntools.org/about>
- Van Tyne, S. (2018). Pensamiento de diseño: una breve historia. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://seanvantyne.com/2017/02/12/design-thinking-brief-history/>
- Weir, S. (2018). Historia Design Council. Obtenido de Design Council. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://www.designcouncil.org.uk/about-us/our-history>

---

# ANEXOS

---

# Anexo I.

# Artículo Internacional

## **Anexo I. Descripción**

A continuación, se describe la publicación en revista internacional:

Journal:

International Journal of Education

Publication:

Product design as a creative methodology among scientific-technological and artistic education.

Authors:

Joseba K. Azcaray, Manuel Martínez Torán, Marcelo Leslabay, Chele Esteve Sendra

Editorial

Vol.6, No.1/2, June 2018. p.p. 1-11

DOI : 10.5121/ije.2018.6201. ISSN: 2348-1552

## PRODUCT DESIGN AS A CREATIVE METHODOLOGY AMONG SCIENTIFIC- TECHNOLOGICAL AND ARTISTIC EDUCATION

Joseba K. Azcaray Fernández<sup>1</sup>, Manuel Martínez Torán<sup>2</sup>, Marcelo Leslabay  
Martínez<sup>3</sup>, Chele Esteve Sendra<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Engineering Design, Universitat Politècnica de València, Spain

<sup>2</sup>Drawing Department, FabLab Valencia, Universitat Politècnica de València, Spain

<sup>3</sup>Department of Industrial Technologies, Universidad Deusto, Bilbao, Spain

<sup>4</sup>Drawing Department, ETSID-UPV, Universitat Politècnica de València, Spain

### ABSTRACT

*The rise of 21st century technologies means the integration of art term as creative expression into scientific and technology competences. It breaks a new ground in the field of knowledge, leading to debate new and updated learning methodologies for their implementation in the education system. It is carried out a review on STEAM educational tendency and a focused-on design Project-Based Learning (PBL), as a bond between artistic education and science and technological education. The aim of this work is the analysis of renewed methodologies, in order to carry out a qualitative assessment through observation and, this way, outline directions for future research.*

### KEYWORDS

*New technologies, Product Design, 3D Print, PBL, Education, Curriculum*

### 1. INTRODUCTION

The entry to the 21st century of new technologies based on the new information and communication technologies (ICT), has caused changes in education, creating new approaches about knowledge acquisition and the way learning is generated. This new theoretical framework, raises again the problem of the historical distance between art and science, towards a development of current methodologies for the integration of every ability in a sole multidisciplinary subject.

At this time, it is a fact that teachers and students face with new education challenges, pulling away traditional teaching methods. Maseda and Ruiz [1] stated that 'new technologies promote content working in an innovative way, they make easier self-learning and, at the same time, they stimulate activity and creative thinking, [...] facilitating the knowledge of more people, those which experiences can be shared with'.

From a general point of view, every human made technology in the form of product is the result of a project-based engineering process. Miaoulis [2] said that 'the model for education must change and use engineering directed towards a more entertaining and contemporary world-related study of science'.

International Journal of Education (IJE) Vol.6, No.1/2, June 2018

But this does not mean that a science and technology-based learning avoids the artistic component. According to Cilleruelo&Zubiaga [3] once the product is carried out, this possesses certain characteristics that indicate key skills to success.

These abilities open new doors to the artistic education understood as a bond for the development of a curriculum where every discipline is integrated [3].

## 2. THEORICAL FRAMEWORK

In light of this situation, it emerges the necessity of creating new generations able to make up an education based on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), in order to satisfy the continuous technological changes [4].

This paradigm contemplates technology from a science-based approach. According to Yakman [5], to generate knowledge, besides integrating above mentioned competences into education, it is also necessary to place in arts-based skills, producing this way a bond between the artistic and the STEM.

Many researches reveal that the arts considered as 'beaux arts' influence in a very positive way the development and education of the child.

Following Yakman's theories, several authors, define the concept of art in a more concrete way, placing it within an interdisciplinary process based on STEM [6], and cataloguing it as the creative component that is missing in a scientific and technology competence-based project [7].

Ruiz, Zapatera and Nicolás [4] said that '[...] the inclusion of art is something that is naturally occurring at present, since the STEM learning practices' implementation turns to art in order to supply the lack of creativity that the projects possess'.

This concept can be reflected on Horizon report 2015 [8], where it is described and identified on an international scale which technologies and tendencies in education will be a turning point within the next five years.

In a short-term implementation it can be observed the incorporation of the 'A' of art to the STEAM education tendency. At the same time, the usage of new technologies as a tool increases in all the fields that form the education curricula.

The integration of artistic concepts within science and technology competencies opens up the door for a new interdisciplinary paradigm. Putting into education framework context, the implementation of a STEAM learning has been linked to the use of new technologies, where students are characterized by being able to understand what they do, reflect about their work, set goals, and make a self-assessment in order to learn and generate knowledge.

Ocaña et al. [9] describes an educational context in which new technologies are applied through the STEM paradigm, by using the 'Project-Building' method. It establishes a kind of learning where students have to solve problems through the development of a project, supported by methods proper to engineering. The purpose is to turn it into a product, integrating multidisciplinary knowledge taken from science and technology, favoring creative thinking.

The use of this knowledge in a multidisciplinary way is carried out through a PBL. Problem solving is suggested from taking new concepts, which integrate the most number of knowledge fields [10]. This teaching methodology has been the one selected by numerous educational

2

institutions for the inclusion of new tools and technological resources that are in constant evolution. This way new scenes commence and lay bare the necessity of a new teaching-learning model, where students turn into the principal of their self-learning [11].

PBL methodology is based on constructivist learning. According to Papert [12], constructivism within education is understood as an educational framework focused on the individual, where knowledge is generated in a more optimal way, and turning the students into the principal of their own learning process.

Generally, the implementation of new technologies comes together with the use of science and technology competencies, but applied under a PBL method for the design of a product, it requires the development of new skills typical of artistic education and creativity. Ocaña et al. [9] say that it is necessary to stimulate creative thinking to develop and favor the construction of new knowledge.

According to Bonet et al. [13], the development of creative skills qualifies students to find solutions to problems. This, fomented under a project-based and constructivist approach [7], allows students to create ideas, do research and build them up [14].

### 3. CASE STUDY

Txikitech is founded in 2015 to develop the project "Engineering for children". It is located in Bilbao, Spain. It is formed as a research and development centre to integrate new technologies into the educational curriculum. The need to incorporate a supplementary technological training based on the regulated education with a high percentage of students was identified. The project was focused on various national and international investigations and studies with educational, technological and engineering nature.

In this investigation it is studied and applied a methodological development that integrates creativity in science and technology and the use of new tools. The aim is to make a qualitative evaluation through analysis in order to obtain results. Thanks to those, new objectives and short-term investigation lines are considered to be investigated, analyzed, experimented and applied afterwards.

The results of this case study will be obtained according to a qualitative evaluation where the student will have to pass all the objectives through the abilities for a formal education that are underlined in the 2nd article of the Royal Decree 1105/2014 issued on December 26th, p. 7 of Spanish Education:

- Linguistic Communication.
- Mathematical competence and basic science and technology competences.
- Digital competence.
- Learning to learn.
- Social and civic competence.
- Sense of leadership and entrepreneurship.
- Conscience and cultural expressions.



### 3.1. Methodological design

The integration of creativity as a link between artistic education and science and technology to develop an interdisciplinary educational model is proposed.

The educational paradigm STEAM, integrated in the curriculum and competences of educational institutions in various countries, is set as the starting point. The existing connection between science, technology and mathematics can be understood in a combined [15] and supplementary way. Its combination, makes an interdisciplinary unit instead of being used as independent competences.

Engineering is focused as the process that needs to be followed to learn the previous units. From a general point of view, engineering is based on the development of a project for the construction of a product where science and technology concepts are integrated.

In this case study it is considered that in an education oriented to children with a project-based learning, the student will put into practice educational units such as mathematics, technology, drawing, electronics, programming, electricity, mechanics, etc., becoming a multidisciplinary subject. This paradigm is supported by various researchers [16], who contend that accomplishing this multidisciplinary process can be done from a PBL based on design and a constructivist learning [17].

These methods indicate that students do not acquire knowledge through a conceptual study, but that it comes with active experiences, getting to be the leaders of their own learning. The student will be prepared to conceive, think, imagine, experiment, decide, investigate, develop, innovate and invent in a creative process.

To integrate artistic education in a science and technology project, creativity is framed inside a product design process based in engineering. Art understood as design [18] owns innovation characteristics and according to the Rhode Island School of Design quoted by Martínez [19] and Ruiz [4], this has to appear in every scientific-technological process making it a mandatory subject for learning.

In Figure 1, it is described the methodological development for the launch of this methodological process in case studies. It is observed that to generate a science and technology learning under the STEAM multidisciplinary approach, art takes part understood as design, and transforms that way into the creative way to link artistic education and engineering.

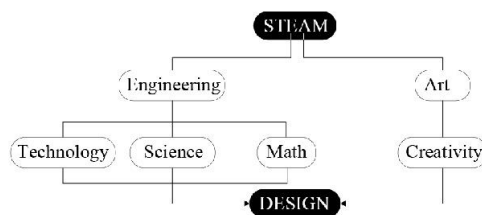


Figure 1. The Design between artistic education and scientific – technological education

### 3.2. Description of case studies. Methodological intervention

The application of this methodology is developed in the school Txikitech with involvement of 24 children aged between 14 and 16 during the school year 2017.

To develop the object of study we define the project inside the general objectives established inside the legal basic education curriculum known in Spain as "Educación Secundaria Obligatoria (ESO)", published in the "Boletín Oficial del País Vasco (BOVP)" on January 15th 2016, Friday (pp. 237-279), in subject corresponding to "technology".

The case study consists of the design of a physical object starting with the idea until its manufacturing and presentation following a PBL based in design (Figure 2).

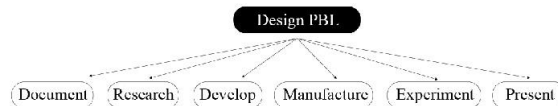


Figure 2. PBL based in design

For its development different educational units such as mathematics, computer science, social science and technical drawing have to be used. For the manufacturing a 3D printer as tool and resources based in new technologies are used.

It is expected that through a process of product design, the student will use new technologies and therefore develop his creative and technical abilities together and applying different areas of knowledge.

Table 1 shows the number of sessions and the duration of each of the stages that have been necessary for the realization of the case study:

Table 1. Duration of the case study

	Session	Hours	Total Hours
Document	1	2	2
Research	2	2	4
Develop	3	2	6
Manufacture	2	2	4
Experiment	4	2	8
Present	1	2	2

Figure 3 shows the briefing of the exercise proposed by the students:

International Journal of Education (IJE) Vol.6, No.1/2, June 2018

BRIEFING					
SUBJECT	Technology	METHODOLOGY	Design ADP	SESSIONS	13
COURSE	3.4º F.S.O.	COMPETENCES	STFAM	HOURS	26
<p><b>Exercise</b></p> <p>Develop an automated product (robot) following the steps of a learning based on design projects:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Document</li> <li>• Research</li> <li>• Develop</li> <li>• Manufacture</li> <li>• Experiment</li> <li>• Present</li> </ul> <p>The knowledge previously acquired in technology, technical drawing, mathematics and computer science will be applied, as well as the application of ICT tools.</p> <p>The creative process is valued. This process in search of the form will be free, as long as you follow the steps of the design PDI.</p> <p>The following tools must be used:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino</li> <li>• Continuous rotation servo motors</li> <li>• Proximity sensors</li> <li>• Infrared</li> </ul> <p>You must have at least one piece drawn and manufactured using 3D printing</p> <p>The robot must be programmed using correctly the software learned.</p> <p>Finally, the project must be presented and functioning according to the established definition.</p>					

Figure 3. PBL stages based on design

A description of the development of each of the stages carried out by the students is made:

**Collection of data:** the teacher generates all the information about a topic and provides the student with the necessary documents, in order to acquire knowledge. This new information is managed using new ICT tools, transforming it into a teacher-student communication channel. Students collect data from other projects with similar characteristics, so they supply those students with new approaches and alternative proposals to face the ongoing project.

**Thinking-out:** students gather in groups to explain their own designs. They analyze and develop new proposals, encouraging creativity while searching the creation of a product and the definition of the activity they must present. Group work for the generation of ideas is fomented (Toledo, Garber, & Madeira, 2017).

**Developing:** students put into practice knowledge acquired from other educational competencies. They start to develop those previously proposed ideas to build the project. They also show sketching and 3D printing abilities and the usage and managing of ICT, computers and different necessary software for its development.

**Manufacturing:** proposals devised and developed in previous stages are now worked out. New digital fabrication tools are used for this purpose. Students can live in real time the prototyping process. The use of these tools provokes motivation for learning and the comprehension of the concepts in a more experimental way (Álamo García, 2017). In Figure 4 it observes the fabrication, through 3D printing, of a piece that is part of the conceived robot.

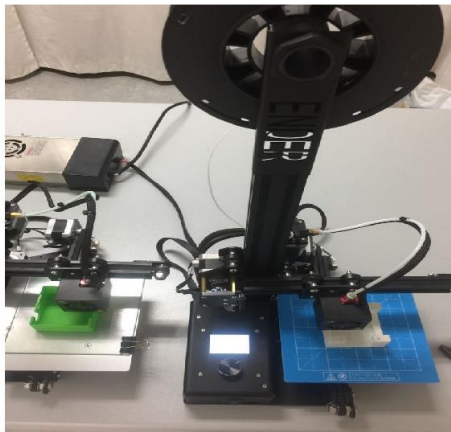


Figure 4. Production stage using printing

Experimenting: students mount and assemble the product. They observe and analyse possible mistakes through experimentation and, if it any such error exists, they must go back to the development process. Meanwhile, students experiment with the functioning of the robot using Arduino's programming processor, until achieving the result defined at the thinking-out stage. In Figure 5 it can observe the prototype worked out by using 3D printing and the different pieces that form it before the assembly process.



Figure 5. PBL stages based on design

International Journal of Education (IJE) Vol.6, No.1/2, June 2018

Presentation: when the project is finished, this is presented in front of the rest of participants, explaining them the processes and the experience carried out. In Figure 6 it observes the operating of a robot following the black line.

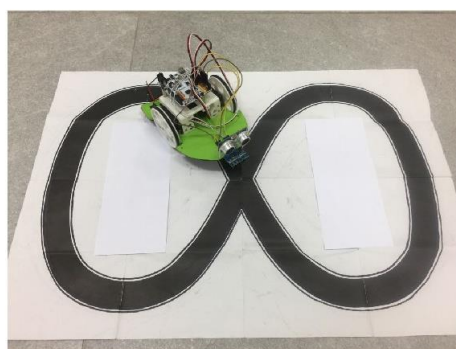


Figure 6. Presentation of the final product

#### 4. RESULTS

Through the observation and experimentation carried out during the previous case, a qualitative assessment is made. Results are achieved according to basic competencies that the learner must pass, based on the 2nd Article of the Royal Decree 1105/2014 on the 26th of December within the Spanish Education:

- Linguistic competence: the PBL design-based learning supposes a language acquisition characterized by cooperation and group work, encouraging this way participation and communication among co-workers. Furthermore, the integration of new technological tools and software for its proper operation suggests the inclusion of new terminology which must be learnt
- Mathematical competences and basic competences in science and technology: the development of the project is worked out under the STEAM educational tendency. To face appearing problems, students apply previously acquired knowledge in the subjects proper of mathematical, science and technology basic competences. That is how it turns into a multidisciplinary activity within de educational curriculum. The incursion of creativity inside a technological project generates synergies among different basic competencies, leading to new activities and experiences.
- Digital competence: the use of new technological tools applied to the development of a project generates a continuous learning of competencies were ICTs are applied. New graphic and software settings are used, opening alternatives for new technological products that, besides in classroom, they could be used in daily life. An example of that could be new digital making software and 3D printing production.

- Learning to learn competence: the use of new technologies in the classroom supposes a motivation for the student, leading this way to new learning opportunities. The development under a PBL has strengthened the creativity focused on problem solving, helping the student to find problems setting the basis on multiple solutions.
- Social and civic competence: during diverse stages of project development, communicative ability arises among the individuals that are part of the teamwork. This is necessary to the generation of ideas and the searching of solutions to problems. Sense and critical ability towards current society's problems are developed.
- Cultural awareness and expression: while working out a project related to a current society's product, it demands the application of knowledge with a critical sense. This supposes an active search of data that allows the student to fulfil a learning on principles and knowledge further than competencies acquired in the classroom.
- Sense of initiative and entrepreneurship: the usage of mathematics, informatics, science and technology from an experimental point of view and based on design PBL, implies the possibility for the student to turn ideas into objects. This ability of bringing life to ideas through new technologies promotes creativity, allowing that way to experiment it during almost all the product designing stage. This experiencing facilitates the attitude of enthusiasm and motivation towards learning. According to Azcaray et al. [20], the integration of ICT like the 3D printer as an experimentation and manufacturing tool, and new software for the development of a design based PBL methodology, provokes cognitive changes and new behavior in the student. This ability of initiative and entrepreneurship, from a knowledge construction point of view, allows student to activate a more autonomous learning, questioning the 'I used to do it that way and now I do it this way'.

## 5. CONCLUSIONS

The practical objective of this case consist on the creation of knowledge within different curricular fields integrated in a disciplinary subject. It is required the development of a new educational methodology based on those previously existent, where new digital fabrication technologies could be integrated into arts and science academic fields.

- It is carried out throughout observation and a qualitative assessment of how students have accomplished different design-based challenges and projects over the sessions. In addition, these serve for the analysis and improvement of current and future research:
- The utilization of digital fabrication in education is presented as the resource and tool to perform a STEAM process within education system.
- Based on a design-focused PBL, it allows students explore ways of learning supplementary to the traditional education. Product design produces motivation towards active learning, where problem solving develops cognitive abilities and stimulates creative and critical thinking.
- The implementation of a STEAM learning through a project and using new technologies, creates motivation for learning. Students turn to knowledge acquired from different fields and integrate them into the project. Interest about how things are made and what are they used for increases.

International Journal of Education (IJE) Vol.6, No.1/2, June 2018

- Creativity in a design-focused process provides students with development and problem-solving skills. Through a methodology based on the principles of constructivism, they are able to select multiple variations for the development of the task. This solution searching produces an increase in self-esteem and self-confidence. That increase strengthens knowledge and the 'how to make' concept.
- Students develop working in group skills and, because of the realisation of the task, they learn solidarity towards their peers.

Product designing under a PBL within a STEAM process enables the student to experiment with concepts which can be applied to real life. This arises the interest for new technological tools and their implementation on new personal projects.

## 6. FUTURE RESEARCH

The rise of new technologies has meant an evolution in the way of integrating science and technology within educational curriculum. Digital fabrication tools have turned into a way of communication between real life products and those made in classrooms.

According to Cilleruelo&Zubiaga [3] it is perceived that artistic education must search new ways of expression and learning methodologies, created to be useful and accepted within the education framework. In the same way, science and technology have to be experimented further than the traditional and conceptual approach.

Within education framework, a PBL based on design generates the bond to deal with this multidisciplinary paradigm and to be able to take a close look at new educational proposals in order to face the continuous technological changes.

On the basis of this research and within curricular frame, it is developed a didactic unit to tackle a PBL based on design, by using new technologies and digital fabrication.

New work spaces are posed with the goal of developing projects based on new technologies and digital fabrication. FabLab and Maker Space could be taken as reference examples. These are distinguished by developing projects which are related to product design throughout machines capable of producing any other wanted object.

A new teacher model is studied. This must assume new roles for the construction of knowledge from a multidisciplinary approach.

It breaks a new ground in research for the integration of new technologies as a creative learning tool within a STEAM multidisciplinary educational framework.

## REFERENCES

- [1] E. Maseda Truchado and J. Ruiz Arriaza, *Aplicamos las TIC en el aula de Lengua y Literatura y pongamos un mundo maker al alcance de nuestros alumnos*, Málaga: UMA Editorial, 2017.
- [2] M. "El reto de la alfabetización tecnológica," in *Aprender hoy para solucionar el mañana*, Barcelona, 2015.
- [3] L. Cilleruelo and A. Zubiaga, "Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología," in *Jornadas de Psicodidáctica*, 2014.

- [4] F. Ruiz Vicente, A. Zapatera Linares and N. Montes Sánchez, Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa, Valencia: Universidad CEU Cardenal Herrera, 2017.
- [5] G. Yakman, "STEAM education: An overview of creating a model of integrative education," in *Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching*, Lake City, Utah, 2008.
- [6] L. Vasquez Giraldo, Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento computacional basado en educación Stem para la Media Técnica en desarrollo de software, Medellín: Tesis de Maestría. Universidad EAFIT, 2014.
- [7] D. A. Hernández Londoño and Martínez A., Interfaz de programación visual como herramienta educativa para el desarrollo de competencias en ciencia y tecnología por parte de niños, jóvenes y educadores, Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Escuela de Ingenierías., 2016.
- [8] L. Johnson, S. Adams Becker, V. Estrada and A. Freeman, *The NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*, Austin: New Media Consortium, 2015.
- [9] G. Ocaña, "Robótica en el aula," *Consejería de educación de la Junta de Andalucía*, Almería, 2012.
- [10] L. Rojas, S. Rojas and E. Vargas, "Diseño de un entorno B-learning para la educación en tecnología con enfoque STEAM," *Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas*, Bogotá, 2017.
- [11] E. González and A. del Valle López, *El aprendizaje basado en problemas: una propuesta metodológica en educación superior*, vol. 18, Narcea Ediciones, 2008.
- [12] S. Papert, *La máquina de los niños- Replantearse la educación en la era de los ordenadores*, Barcelona: Paidós Ibérica S.A., 1995.
- [13] Bonet, C. Meier, J. L. Saorín, J. de la Torre and C. Carbonell, "Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el fomento de la competencia creativa," *Arte, Individuo y Sociedad*, vol. 29, no. 1, pp. 89-104, 2017.
- [14] J. Vega and J. Cañas, "Curso de robótica en educación secundaria usando constructivismo pedagógico," in *Jornadas de Innovación y TIC Educativas - JITICE'14*, 2014.
- [15] M. Sanders, "Integrative STEM education: primer.," *The Technology Teacher*, vol. 68, no. 4, pp. 20-26, 2009.
- [16] F. Á. Bravo Sánchez and A. Forero Guzmán, "La robótica como recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales," *Educación*, pp. 120-136, 2012.
- [17] M. Collazos Vargas and L. M. Mesa Velasquez, "Luces y sombras en la formación en robótica: el caso Pygmalion," Medellín, 2016.
- [18] J. J. M. Maeda, *Las leyes de la simplicidad: diseño, tecnología, negocios, vida*, 2008.
- [19] M. Martínez Torán, "¿ Por qué tienen tanta aceptación los espacios maker entre los jóvenes?," 2016. [Online]. Available: [www.investigacionjuventud.org](http://www.investigacionjuventud.org).
- [20] J. K. Azcaray, M. Martínez Torán, M. Leslabay Martínez and C. Esteve Sendra, "Product Design & 3D Printing : Integrating New Technologies into The Curriculum - Case Study," *International Journal on Integrating Technology in Education*, vol. 6, no. 4, pp. 11-23, 2017.



# Anexo II.

# Artículo Internacional

## **Anexo II. Descripción**

A continuación, se describe la publicación en revista internacional:

Journal:

International Journal of Innovation Trends in Engineering.

Publication:

Educational Trend in Engineering: Perspectives in the use of Digital Manufacturing and 3D Printing.

Authors:

Joseba K. Azcaray, Manuel Martínez Torán, Marcelo Leslabay, Chele Esteve Sendra

Editorial

Issue: 63, Volume 41, Number 01, May 2018

[http://www.ijite.com/ijite\\_vol41n1.aspx](http://www.ijite.com/ijite_vol41n1.aspx). ISSN: 2395-294

# Educational Trend in Engineering: Perspectives in the use of Digital Manufacturing and 3D Printing

Joseba K. Azcaray<sup>1</sup>, Manuel Martínez Torán<sup>2</sup>, Marcelo Leslabay<sup>3</sup>, Chele Esteve Sendra<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Universitat Politècnica de Valencia, <sup>3</sup>Universidad Deusto

*Abstract - New technologies are increasingly present in our lifestyles with continuous technological changes that lead us to update constantly. These have been modeling current society and have had a special impact within the educational landscape, becoming a pillar for the construction of knowledge. Digital manufacturing and 3D printing emerge as new tools within engineering, generating new possibilities and perspectives. An analysis of the benefits provided by these technologies is made, opening the possibility of further lines research.*

**Keywords** –Engineering, Technology, Digital Fabrication, 3D Print, Education.

## 1. INTRODUCTION

The incursion of new information and communication technologies (ICT) in education has involved the implementation of new tools that support teaching activities and knowledge acquisition.

One of the great bets in this territory has been the arrival of three-dimensional printers, now 3D printers, as an educational and didactic tool. These, applied in a practical way and with the help of certain teaching units can become the link between the new technologies of learning and knowledge (TAC) and the specific subjects of the university.

In this way it enables students to show in a more practical way the theory applied by teachers and understand concepts that at a level with digital or traditional format is more complex to understand.

Beyond being a learning tool also influences as an element of motivation for students to generate knowledge[1].

The student will find a greater degree of motivation when the subject is more attractive, enjoyable and fun and where it allows the student to investigate in an easy way and afterwards experiment with different technologies.

In this way, new strategies for teaching and knowledge management through the use of ICT have been incorporated into education in recent years.

## 2. CONCEPT

Digital manufacturing is a method that is based on making a three-dimensional design on a platform or digital

medium, usually from a computer to later be manufactured and made into a physical and tangible object.

The tool or the means to generate the object or product is the 3D printer, also called additive manufacturing. These are cataloged in a group of manufacturing technologies that, from a digital support, allow to work automatically and controlled different materials and adding layers to build an object in three dimensions[2].

MakerBot [3] defines 3D printing as the process of additive manufacturing in which the object is built by stacking layers of material together, creating the object printed in three dimensions.

These manufacturing technologies are increasingly present in all areas of society. This has been possible not only to the cheapening of printers and printing materials to use. Also, to the emergence of projects called open source that have allowed the implementation of software and hardware for free use and free of charge.

## 3. 3D PRINTING IN EDUCATION

In a theoretical context, curricular education is part of a process in which two agents intervene, the teacher who has the responsibility to educate and teach and the student whose purpose is learning. For its realization there are multitudes of methodologies and tools. In a generalized way it can be said that the teacher imparts the theoretical concepts of a subject and the student synthesizes them in a series of exercises.

UNESCO [4] states that the teacher will assume a new role of "teacher" from being a transmitter of knowledge to become a knowledge facilitator. The incorporation of ICT in the classroom has led to the emergence of new digital technologies that favor this change.

In the UNESCO international report [5] on the use of technology, it refers to another report (Horizon Report) that identifies new emerging technologies that can be used for education. And at the same time analyzes the impact that for the development of learning and knowledge.

The report NMC Horizon Report: Edition on Higher Education [6], defines the needs of higher education institutions where they describe the emerging technologies that will influence the field of international education in a

five-year environment. Among them, it carries out a study with the beginning of the incorporation of 3D printers in a period of four or five years.

It indicates that one of the reasons for which the incorporation of this tool can be done has been the great decrease in price, becoming an affordable product for everyone. At the same time, it affects the work of MakerBot Industries, promoting the idea of "opensource", offering products that anyone with minimal technical knowledge can manufacture.

But the most significant advances to the challenges proposed by 3D printing occur in the university environment. The report describes that for the present (year 2018) the most promising progress will be in higher education corresponding to institutions that use this technology to invent innovative tools.

At the same time that 3D printing gains momentum in education, universities are designing laboratories and initiatives dedicated to exploring uses of these technologies. An example of this is the FabLab program, carried out at the MIT Media Lab as a learning and digital manufacturing space, which has launched the world to the development of new similar spaces.

Another example is the "Do it" project, an initiative of FabLab Barcelona for the development of the Horizon report planned for 2020. It is constituted as an initiative with the aim of empowering innovative students in a digital world open to multiple skills and tools.

#### 4. PERSPECTIVES DIGITAL MANUFACTURE AND 3D PRINTING

Currently, ICT have become a necessary and indispensable tool for the development and academic practice. But its use in this teaching process has focused on current education, which is the responsibility of traditional learning methodologies. Not in new proposals and development of activities [7].

3D printing as we have seen above allows through a three-dimensional model digitally generated by a computer, to produce a real product where the student can analyze and experiment. Roque and Valverde [8], said that incorporating these 3D printing systems in the teaching methodology allows the student to appreciate through observation, the similarities and discrepancies between a computer-created image and its physical representation.

This methodological strategy allows to relate the two working spaces where new technologies influence: the virtual and the physical. This new environment encourages the use of new instruments and allows to appreciate through practical demonstrations the necessary concepts to understand the space where we relate.

The incursion of new technologies into education has allowed the emergence of new didactic resources, alternative to the manipulation directly with the object as was traditionally done. Now the student can interact with an object in 3D without having it physically. New tools allow it, for example, through the use of smartphones or tablets [9] or more recently the use of augmented reality and virtual reality glasses.

Saorin et al.[10], indicates that a new trend is currently taking place: BYOD (from the acronym of English Bring Your Own Device) that promotes the use by students to use their own devices to access to innovative learning resources such as complement to traditional teaching in the classroom. This leads universities to prepare and generate new applications that facilitate access to learning and knowledge.

#### 5. BENEFITS

3D printing is increasingly present in today's society. Few people are unaware of their ability to work and how far they can go. What can be confirmed are the data that the Horizon report showed in 2013. The arrival of this technology in the educational field is already a fact. More and more centers are beginning to experiment with this technology.

According to the magazine Mundo Digital cited by Núñez [11], this technology is increasingly present becoming one of the great bets for the next few years in the sector of engineering and education. This is thanks to the possibility it offers to experience and develop a real-life object or product.

Although we still cannot talk about scientific data about the contribution of 3D printers as an educational tool if we can cite behaviors and experiences through projects carried out by several authors coinciding in the same results. These can be classified into:

Foster creativity: The emergence of new techniques of prototyping and manufacturing to convert ideas into digital designs and later on objects and real products from 3D printing, offer a great opportunity for the development of creativity [12].

Autonomous learning ability for solving problems: The use of this tool for the manufacture of a product, refers to a type of project-based learning. The student will work the entire cycle of the object, from the idea to its manufacture. The problems that arise are the center and the stimulus for the development of the exercises. In this way the student becomes the protagonist of his own learning where he generates curiosity, doing and how to solve problems[13].

They capture student interest and motivation: 3D printing as an educational tool facilitates the task of converting

learning into a more dynamic, fun and interactive visual process to develop students' abilities. This transformation of turning theory into practice within educational engineering has contributed to the improvement in the quality of the teaching-learning process and to reduce dropout rates[14].

Generate more participation: According to Marc Torras cited by Jon Núñez[11], 3D printers make the learning experience a much more playful and participatory process. Some engineering colleges create common spaces for use in which students can explore together. The role of the teacher for its development is very important.

They complement other subjects and facilitate the teacher's task: Engineering subjects such as science, technology, engineering and mathematics present 3D printers as allied material, since they allow concepts to be transferred to a real scenario, which are sometimes difficult to explain. 3D printers can also be used in other educational areas.

Didactic concept through the activity: According to Lütolf [15] learning becomes possible during the development of the project. Starting with an idea and ending with the manufactured object. The 3D printer becomes a safe tool with no risk to be used by students. This project process says that it is the right one to give classes since the designs can be adapted and manufactured at any time. Therefore, and consequently to this, a product can be developed step by step, being a good alternative to traditional methods of learning.

Change in the role of teachers: As happens with the incorporation of ICT in the educational field, the teacher is faced with a new scenario that leads to a learning process. For Cabero and Marin [16], these transformations of educational institutions have not only been limited to the introduction of ICT and TAC, but also to the incorporation of a new type of student that has been born and has grown in a digital and technological society. Today, the absence of 3D printers in the classroom is not an issue of economic cost, since today a 3D printer desktop is at relatively small prices but is marked by ignorance on the part of the teaching environment, and that you need the proper training to be able to take advantage of this new technology.

#### 6. CONCLUSIONS AND FUTURE SCOPES

From the point of view of the possibility of introducing digital manufacturing and 3D printing as a tool in different subjects of the education system, it represents an evolution in the way of incorporating science and technology in a society in continuous changes.

It becomes a means to experiment and generate direct communication between real-life problems and projects carried out in engineering.

Digital manufacturing and the use of 3D printing allows the experimentation of knowledge, generating a motivation in the student and teacher. In this way creativity and the desire to do.

The incorporation of these technologies opens new perspectives for the development of projects. The research of new methodologies for their incorporation into the educational system is proposed.

The integration and advancement of these tools within the university, generates new scenarios and laboratories where education based on new technologies is applied.

A reference example would be the FabLab concept and all the spaces linked to digital manufacturing. These are becoming in a very short time a powerful tool for society. More and more university centers are opting for its incorporation [17].

#### REFERENCES

- [1] A. Huertas y A. Pantoja, «Efectos de un programa educativo basado en el uso de las TIC sobre el rendimiento académico y la motivación del alumno en la asignatura de tecnología de educación secundaria,» *Educación XXI*, vol. 19, n° 2, pp. 229-250, 2016.
- [2] T. R. Price, «Infographic: A Brief History of 3D Printing. Connections.» 2012.
- [3] E. MakerBot, *MakerBot en el Aula: Introducción al diseño e impresión 3D*, Brooklyn, NY: MakerBot Publishing, 2015.
- [4] UNESCO, *Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente*, Paris: UNESCO, 2004.
- [5] UNESCO, *La educación para todos, 2000-2015, Logros y desafíos*, Paris: UNESCO, 2015.
- [6] L. Johnson, S. Adams Becker, M. Cummins, V. Estrada, A. Freeman y H. Ludgate, «Horizon Report: Edición sobre Educación Superior,» *The New Media Consortium*, 2013.
- [7] B. Z. Durán, J. F. B. López, J. G. Martínez y T. G. Flores, «Formación en TIC y competencia digital en la docencia en instituciones públicas de educación superior,» *Apertura*, vol. 9, n° 1, pp. 80-96, 2017.
- [8] M. A. Roque López y R. Valverde Ponce, «La observación t la percepción del entorno y modelos en el espacio a través de aplicaciones prácticas con sistemas de impresión en la educación artística,» *Universidad de Castilla - La Mancha*, 2015.
- [9] C. Yi-Chen, C. Hung-Lin y H.-C. Wei-Han, «Use of tangible and augmented reality Models in Engineering Graphics Courses,» *Journal of Professional Issues In Engineering Education & Practice*, pp. 267-276, 2011.
- [10] J. L. Saorín, C. Meier, J. de la Torre-Cantero, C. Carbonell-Carrera, D. Melián-Díaz, de León y A. B. de León, «Competencia Digital: Uso y manejo de modelos 3D

- tridimensionales digitales e impresos en 3D.» EDMETIC, pp. 27-46, 2017.
- [11] J. Nuñez Ircio y M. Curto Prieto, «Propuesta de Unidad didáctica de tecnología de 4º Curso de educación secundaria obligatoria: Impresión 3D.» UNIR, Vitoria, 2017.
- [12] A. Bonet, C. Meier, J. L. Saorín, J. de la Torre y C. Carbonell, «Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el fomento de la competencia creativa.» Arte, Individuo y Sociedad, 2017.
- [13] J. González-Gómez, A. Valero-Gómez, A. Prieto-Moreno y M. Abderramin, «A new open source 3d-printable mobile robotic platform for education.» Advances in autonomous mini robots, pp. 49-62, 2012.
- [14] N. Barrio, «Innovación en el aula: La impresión 3D.» Revista digital Inesem, 2015.
- [15] G. Lütolf, «Uso de Impresoras 3D en la Escuela: La Experiencia de 3drucken.ch.» University of TeacherEducation Bern, Bern, 2014.
- [16] J. Cabero Almenara y V. Marín Díaz, «La educación formal de los formadores de la era digital. Los educadores del S. XXI.» 2017.
- [17] J. K. Azcaray, M. Martínez Torán, M. Leslabay Martínez y C. Esteve Sendra, «Product Design & 3D Printing : Integrating New Technologies into The Curriculam - Case Study.» International Journal on Integrating Technology in Education, vol. 6, nº 4, pp. 11-23, 2017.

Manager at Deusto FabLab, manager of the Industrial Design Engineering Degree, manager of the Ecodesign Lecture Room and Industrial Design professor at Deusto University, Bilbao, Spain. He has been Editorial Director at Experimenta since 2015, a publishing house specialised in Project, Design and Communication Culture.

**Chele Esteve Sendra** is a senior Lecturer is a professor at ETSID-UPV (School of Design and Engineering) and Head of Industrial Design Master's Degree at Higher Polytechnic School, Universidad de Nebrija (Madrid). She is interested in how everything is connected: people, objects, ideas and cultures. The quality of the connections is the key to success in a society which advocates multiculturalism. Chele's work focuses on the research and development of new products and market trends. She is working with the Museum of Crafts of Valencia (Spain), showing the blurred boundaries and emerging alliances between designers and craftsmen. She shares her work as a professor, designer, as well as a Design & Art critic and exhibition curator professor and design researcher at UPV and Director of FabLab Valencia. He has participated in two European and 25 R&D design projects as principal researcher (PI). He has published five books, twelve book chapters, fourteen contributions at conferences and has four recognized patents.

#### AUTHOR'S PROFILE

**Joseba Koldobika Azcaray Fernández** is a design, manufacturing and Projects engineering PhD student at the Polytechnic University of Valencia, Spain. He is currently the director and professor of Txikitech school and is investigating an educational program about how to implement new technologies in the educational process through different methodologies. As an industrial designer he excels in new product investigation and tools for education.

**Manuel Martínez Torán** is a professor and design researcher at UPV and Director of FabLab Valencia. He has participated in two European and 25 R&D design projects as principal researcher (PI). He has published five books, twelve book chapters, fourteen contributions at conferences and has four recognized patents. He has been visiting lecture in Argentina, Mexico, Chile and Colombia. He has seven doctoral thesis read and one live stage of recognized research from Spanish Ministry of Education.

**Marcelo Leslabay Martínez** is a Doctor of the Polytechnic University of Valencia. For more than 25 years he has been managing his study Leslabay Design, specialised in exhibition curator, design and organization representing Spanish design in several countries. He is currently Project



---

# **Anexo III.**

# **Artículo Internacional**

## **Anexo III.Descripción**

A continuación, se describe la publicación en revista internacional:

Journal:

International Journal on Integrating Technology in Education.

Publication:

“Product Design & 3D Printing: Integrating New Technologies Into The Curriculum. Case Study.”

Authors:

Joseba K. Azcaray, Manuel Martínez Torán, Marcelo Leslabay, Chele Esteve Sendra

Page and Editorial

Vol.6, No.4, December 2017. p.p. 11-23

DOI: 10.5121/ije.2017.6402. ISSN: 2320-1886

## PRODUCT DESIGN & 3D PRINTING: INTEGRATING NEW TECHNOLOGIES INTO THE CURRICULUM. CASE STUDY.

Joseba K. Azcaray Fernández<sup>1</sup>, Manuel Martínez Torán<sup>2</sup>, Marcelo Leslabay  
Martínez<sup>3</sup>, Chele Esteve Sendra<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Design and New Technologies, Txikitech, Bilbao, España

<sup>2</sup>Drawing Department, FabLab Valencia, Universitat Politècnica de València, España

<sup>3</sup>Department of Industrial Technologies, Universidad Deusto, Bilbao, España

<sup>4</sup>Drawing Department, ETSID-UPV, Universitat Politècnica de València, España

### ABSTRACT

*The start of the 21st century takes us to the study of a new paradigm in knowledge, which has led different theorists to question and suggest a new education system. The rise of new information and communication technologies has not only evolved our lifestyles but also redesigned new methodologies for knowledge. Educational content is done for the curricular implementation in the subject of technology, and a scenario where students develop and experiment projects based on the regulated abilities by the Spanish education. A qualitative assessment that can be a guide for the teacher to improve the establishment of these named technologies in education and future proposals and investigations.*

*Learning methodology based on projects (PBL) and 3D printing as an experimentation tool is applied, constituting it as of the most important emerging technologies to face the new education of the digital era.*

### KEYWORDS

*New technologies, Product Design, 3D Print, PBL, ICT, Education, Curriculum*

### 1. INTRODUCTION

The start of the 21st century takes us to the study of a new paradigm in knowledge, which has led different theorists to question and suggest a new education system from different points of view, mainly based on the historical distinction between Arts and Science. Currently, new educational methodologies suggest a change so that both can be unified.

Development on Information and Communication Technologies (ICT) and the rise of the Internet have not only evolved our lifestyles but have also altered our way of being in contact and interact with others.

From the educational point of view, the implementation of new technologies in the classrooms has promoted a change on the use of the tools by the faculty making it easier for students to develop their digital abilities and guaranteeing an extra learning during their educational process. It should be recalled that these ICT are not prepared to create knowledge, in order to solve this problem technologies for Learning and Knowledge (TLK) are created [1].

These technologies, applied from an educational point of view, with proper resources and an expert teacher, can become excellent tools for the student to develop new knowledge.

But basing the learning on the use of one or some specific tools is not enough anymore, because these are increasing and are constantly changing and being updated. According to Lozano [2] & Enríquez [3], "[...] it is not enough to teach ICTs anymore, this must go together with methodological knowledge to learn or build with them significant learning".

DOI :10.5121/ijite.2017.6402

11



International Journal on Integrating Technology in Education (IJITE) Vol.6, No.4, December 2017

To give an educational response to the evolutionary rhythm of the technological society, numerous schools have reconsidered their traditional education structure on behalf of new methods such as Project Based Learning (PBL).

Vygotsky [4] outlined a learning model where the students conceive, develop and experiment projects that are applied to daily life and at the same time creates a process where students acquire dexterities, processes and abilities to learn on an autonomous way.

Dewey [5] and later Bruner [6] outlined the basis of knowledge acquisition through constructivism, focusing on the student and his or her goals, building knowledge by communicating with their schoolmates and the achieved experience [7].

To accomplish this teaching-learning process based on the foundations of the PBL, it is necessary to delimit it to the TLKs inside educational field. For Canales, Carrillo, & Redondo said [8] "technologies have become a tool of undeniable value and efficacy at the management of information with educational purposes, acquiring significance on the teaching-learning process, being the PBL the appropriate methodological approach".

But the inclusion of these practices into the educational field means that the teacher needs to have a huge knowledge of the different technical abilities while having the endless number of tools with multiple possibilities that are offered by the manufacturers.

Facing that situation, in a lot of cases, according to Reig [9], "[...] the teacher will have to use a digital methodology and the required tools to give the learned things meaning, or learn how to adapt to the enormous amount of knowledge that we have created".

This way, it is investigated the way to pass on the knowledge about technology inside the educational field so that the teachers can keep using those tools outside that environment and, in general, adapted to society.

## **2. OBJECT OF STUDY**

The main objective of this investigation is to make a qualitative assessment through the observation of the use of new technologies applied to the educational field.

To that effect a didactic model is done inside the framework of educational technological abilities where the students can learn and test using 3D printers.

This study is done at Txikitech company, based in Bilbao, and around 100 children aged between 10 and 14 took part during the school year 2017.

Through this project we will study, from both point of views of the student and the teacher, the interest generated by the addition of activities with 3D printers during the subject of Technology for the development and improvement of future activities.

### **2.1. SPECIFIC OBJECTIVES**

To develop the object of study we define the project inside the general objectives established inside the legal basic education curriculum known in Spain as "Educación Secundaria Obligatoria (ESO)", published in the "Boletín Oficial del País Vasco (BOVP)" on January 15<sup>th</sup> 2016, Friday (pp. 237-279).

To develop a teaching subject named "Design and 3D printing", we place it inside the 7<sup>th</sup> unit in the bulletin: "Control, robotics and programming technology".

According to the 236/2015 decree, issued on December 22<sup>nd</sup>, where it is established the curriculum for the basic education and it is implemented to the autonomous community of the Basque Country in Spain, the basic objectives that must be developed during that stage of the technology have to be the following ones:

- “To detect a technological problem and design and plan a solution for it, searching and selecting the information from different sources, [...] encouraging an enterprising behavior from the context itself”.
- “Analyze objects and systems of the technological field in a methodical way”.
- “Represent and simulate through appropriate channels and tools the expected or accomplished technical solutions”.
- “Manage freely and responsibly technological elements from the environment, suggesting options to improve, checking different sources if needed, to solve habitual situations in different contexts”.
- “Obtain, on the virtual or the physical field, the solution for a technological problem, preparing the required control program”.
- “Assess the process on the followed work, as well as the obtained product, [...] to guarantee that the technological problem has been solved and to be able to plan a new improvement cycle”.

## 2.2. KEY COMPETENCES

To achieve a quality examination, the student will have to pass all the objectives through the abilities for a formal education that are underlined in the 2<sup>nd</sup> article of the Royal Decree 1105/2014 issued on December 26<sup>th</sup>, p. 7 of Spanish Education:

- Linguistic Communication.
- Mathematical competence and basic science and technology competences.
- Digital competence.
- Learning to learn.
- Social and civic competence.
- Sense of leadership and entrepreneurship.
- Conscience and cultural expressions.

## 3. AN EDUCATIONAL AND TECHNOLOGICAL NEED

In 2015 the company Txikitech is created to develop the project “Engineering for children” in Bilbao, where the integration of new technologies into the curriculum is carried out. A high percentage of the students identified the need and interest of a technological education, added to the one given at school.

In the same way it was analyzed the possibility of how to make the most of this interest and encourage an education from a playful point of view and outside the school hours and to be part on the educational and academic fields.

At the same time, López & Ponce [10] considered that experimenting with practical processes in education that permit to see the performance of a tridimensional object in the virtual environment of a computer and later a real representation through a 3D printer, provides inside the educational context an experience that improves the education-learning process.

Beltran & Rodríguez [11] consider 3D printers are a resource that is slowly finding its place among schools through teachers themselves and professional help from the outside. Generally,

International Journal on Integrating Technology in Education (IJITE) Vol.6, No.4, December 2017

these are people who teach computing and technological subjects, who want to use the design of components and their later printing to achieve the learning objectives.

The use of software for the following 3D printing inside the educational context has been possible due to the price decrease and the technological improvements that have caused new low cost or free applications so that both teachers and students can work in a tridimensional environment [12]. But not all the schools are able to buy one or some 3D printers to be used but all or part of the students.

Canessa, Fonda & Zennaro [13] & Saorín [12], state that "it is necessary to have methodologies and educational resources that allow to take advantage of 3D printers in educational environments".

Facing this, attention is centered in different national and international projects that are not only focusing in education, but also in the development of technological projects and engineering that establish the day by day of our society.

Almost all of these technologies are related to the information and communication technologies, and they permit us to establish some short-term objectives to investigate, analyze, experiment and later implement them.

Jones et al. [14] consider that among the best-known projects RepRap can be highlighted, which created a model of a 3D printer that could be manufactured at home using parts that could easily be found and even be manufactured with other printers, the maker movement, FabLab, SPC-MakerBot, opensource movement, BQ education, etc.

In Spain, the project Clone Wars must be underlined, created and directed by the engineer and Doctor of Robotics Juan González Gómez [15].

Txikitech states that the new learning of technological subjects should not only and exclusively use the technological product but also new and renewed ICTs.

To achieve this union between the different products provided by manufacturers for the academic education and, at the same time, encourage children towards science and technologies, it is developed following a series of activities delimited by a worldwide educational trend known as STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Math) defined by the designer John Maeda [16], and encouraged by the Rhode Island School of Design [17].

This education model is characterized by the integration and development of scientific-technical and artistic subjects inside an only multidisciplinary guide, allowing the settlement of nexus between students, education centers, teachers and teaching units using a learning based in projects.

### 3.1. METHODOLOGY

Integration of new technologies into education, in this case 3D printing as a tool for knowledge has meant some changes in planning and development of the activities. In Spain, from a general point of view, we could say that the most used methodology in an educational environment in the relations between teacher and student is the personalized teaching. This is distinguished by the achievement of goals of each student, but without affecting the rest of the goal achievements of each of them. This way the teacher is the broadcaster and the student the recipient of knowledge.

According to Cabero & Marín [18], the entrance of the ICT and TLK into the classrooms has meant an evolution in education and learning so he will have to execute new functions and new roles as teacher at the new digital schools. This implies that the teacher becomes a designer of education situations that will have to spin around the student. This way the teacher goes from being an expert in content to a facilitator of learning.

López & Ponce [10] proposed the development of a new educational area inside an educational frame where these new TLKs and 3D printing as a tool take part we will focus on a PBL type learning based on constructivist theories typified by a collaborative learning. This way, González & Del Valle [19] said the PBL makes the student become the leader of his own learning:

- Learning happens in small groups.
- Student-centered learning.
- Teachers work as learning guides.
- Abilities are constructed achieved through solution searching.
- New information is acquired throughout independent learning.
- Learner starts a motivation-based process that generates the “How to make” and finds solutions based on problems.

### 3.2. STRUCTURE OF THE COURSE

For the structure of this case of study, an exercise by Núñez [20] is taken as model. He accomplished an educational unit to introduce concepts and the use of 3D printing, known as “3D printing” into the subject Technology for students in school years higher than the case that has been studied.

For this investigation a new educational unit named “Design and 3D printing” is developed, introducing new technological tools using the product design methodology.

A didactics educational unit is developed in Txikitech and named “Design and 3D printing” in order to develop and test the procedure of an educational topic inside the curricular frame of the Technology subject and slowly adjust to the objectives set by the BOPV.

This experiment needs to be developed during extracurricular time. The student spends a lot of hours at school under a theoretical learning, so it is considered that it must be adjusted to a more playful scenario from a pedagogical approach to make the most of the child.

As can be seen in Figure 1, Txikitech approaches the unit from two perspectives connected to each other: playful and pedagogical.

Pedagogical approach: refers to developing of educational material to adjust and achieve the targets set by the BOPV. For that matter it is developed under a PBL structure based on the basic principles of Design Engineering (Figure 2).

Playful approach: through the constructivist methods applied to TLKs and in this case using 3D printing tools, the student immerses himself in a learning environment through experimentation. This lets us address a scenario where we can imagine, conceive, plan, experiment and solve problems, facing all the deep changes that are happening and how they can be introduced as tools and/or teaching units for curricular development.

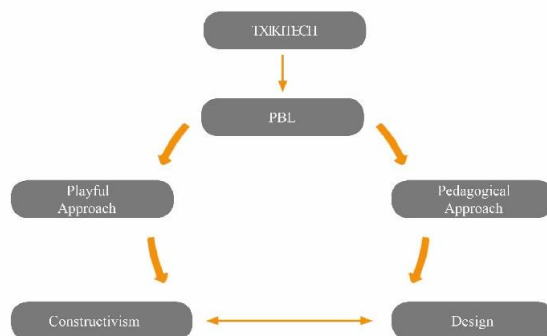


Figure 1. Approach for a learning based on design project

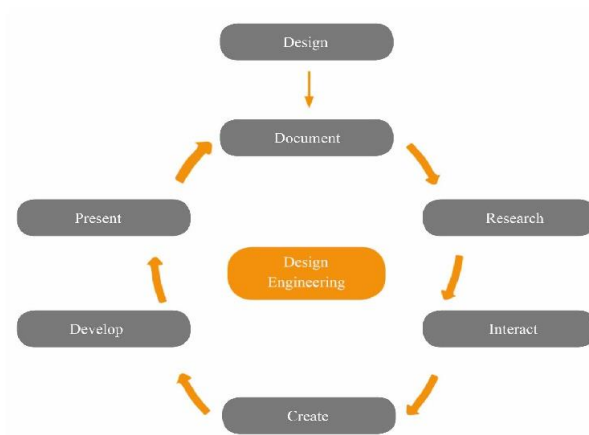


Figure 2. PBL structure based on the basic principles of Design Engineering

**3.3. UNIT DEVELOPMENT**

To accomplish the goals set by the BOPV and the basic abilities that a student should acquire inside a curricular program in education, the subject of Design and 3D printing has been divided in the two approaches previously mentioned.

A pedagogical approach that matches the knowledge acquisition through learning based on design projects and a playful and constructivist approach where the students will experiment their learning is suggested.

It is conceived for a trimester with the contents of the subject for students from 7<sup>th</sup> grade, 1<sup>st</sup> year of high school in Spain. The length will be a total of 12 sessions, one hour each.

Exercise that will be done – Brief “Dinosaur Exercise”:

The student will develop a project that will investigate, conceive, create and manufacture a “dinosaur” using ICT tools and new technologies inside the subject of Technology related to the educational unit “design and 3D printing”.

Concepts such as natural sciences, computing, creative and technical drawing and mathematics are included. The methodology used will correspond a product design PBL.

New resources and tools that are included in the curriculum are digital manufacturing, PBL, new digital manufacturing software and 3D printer.

### **3.3.1. Educational subject of Design and 3D printing**

The educational subject of Design and 3D printing will be divided as follows:

#### **Pedagogical approach:**

- Product design and 3D printing: History and evolution – 1 session
- Design software assisted by a computer – 1 session
- Concepts for 3D printing – 1 session

#### **Constructivist approach:**

Conception – 2 sessions:

- Documenting and proposal that is going to be developed – 1 session
- Investigation and group interaction – 1 session (Figure 3)



Figure 3. Team paper for idea development

International Journal on Integrating Technology in Education (IJITE) Vol.6, No.4, December 2017

Creation – 3 sessions:

- Freehand and digital drawing – 1 session
- Computer assisted drawing – 2 sessions (Figure 4)



Figure 4. 3D Product design using computers and digital manufacturing

Manufacturing – 3 sessions

- Printer tuning – 1 session
- Preparation of the digital prototype – 1 session
- Prototype printing – 1 session (Figure 5)

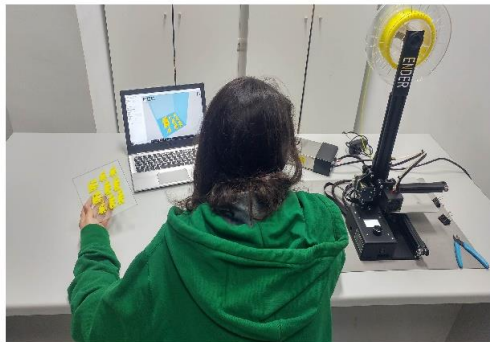


Figure 5. Product printing using 3D printers

- Presentation of the accomplished project (Figure 6)

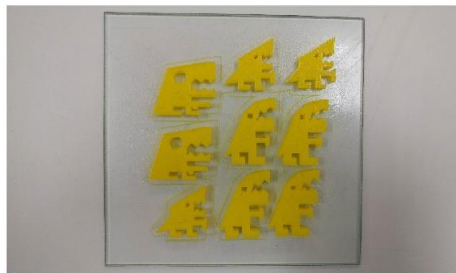


Figure 6. Final product that will be submitted

#### 4. RESULTS

The objective of this paper is a qualitative evaluation through the observation of the students for the development and improvement of the subject Design and 3D printing inside the subject Technology in the curricular educational frame.

Considering the exercise done during the trimester, a qualitative evaluation is done based on the abilities that the student should achieve according to the 2<sup>nd</sup> article of the Royal Decree 1105/2014 from December 26<sup>th</sup> p. 7 of the Spanish education.

- Linguistic communication: a correct technical vocabulary is used to understand and communicate among students the elements related to technology, manufacturing methods and parts that form 3D printing: this means new and technical terminology that the student must learn for the correct use of the material and software. This communication is done both orally and written.
- Mathematical competence and basic competences in science and technology: a practical exercise is done based in the new educational trend STEAM. At the same time the "A" (Art) from STEAM is highlighted, this part being the creative supplementary one to the abilities mentioned in the title. Martínez Torán [17] said "the importance of the study of the subject and their application to real life is stressed". Due to the 3D printer we can make exercises where the students observe and experiment mathematics, science and technology from a practical view.
- Digital competence: all the abilities taken from the ICTs are used for a case study. At the same time these are complemented by new design and 3D printing software where they apply and develop simulations done in real life. Knowledge beyond playful software or text editors is acquired, this way managing new and different digital formats.
- Learning to learn: development through PBL from a design exercise distinctive of design engineering lets the student build knowledge in an autonomous way. The student has sensed phases and has conceived strategies to solve problems. The function of the teacher as a guide in the process of education-learning and not just as a knowledge broadcaster is introduced as key in this process.
- Social and civic competence: during the phase of the project the student has developed the ability of communicating with his classmates. From an individualistic point of view, each of the children has shared ideas and has contributed with solutions in every phase.



International Journal on Integrating Technology in Education (IJITE) Vol.6, No.4, December 2017

This way a supportive behavior and team work for the individualistic development of the exercise is strengthened.

- Sense of leadership and entrepreneurship: the application of mathematics, computing, science and technology from the practical point of view where the students can experiment practically in all the phases of the product design, transforms into personal initiative at the moment of facing with much more enthusiasm the urge to learn. The incorporation of these new ICT and TLK tools, in this case 3D printing as a tool for experimentation and manufacturing and new software for the development of a new design PBL methodology, has created cognitive changes and new behaviors on the student. According with Rivas Navarro [21], "this entrepreneurship ability from the point of view of building knowledge in an autonomous way makes them rethink that I used to do it this way; but now I do it this other way".
- Conscience and cultural expressions: analyzing the documents and studying the different proposals lets the student acquire new knowledge inside the ICT frame, in an almost unlimited and questioning way to achieve the solution of their problems.

## 5. CONCLUSIONS

From the point of view of investigation of how to introduce a 3D printer as a tool in the subject of Technology both at a curricular and extracurricular level, it means an evolution on the way to add science and technology to a society that is constantly changing. Both children and adults, students and teachers in this case, transform into a way to create the first steps of a communication between real life problems and exercises solved at school.

As done in previous studies, just like in robotics, 3D printing as an educational tool for the development of new information, communication, knowledge and learning technologies for an education based in design projects, proves that facing the changes in the educational field, the technological development and the digital break between native and immigrant digitals, a new discipline as opened the way in the development of new learning scenarios for the evolution of knowledge.

The 3D printer as a tool to experiment knowledge has been a motivation for students, where they have been able to strengthen their creativity and improved their multitasking ability applied to the different curricular areas.

Learning based on design projects has allowed the student to work in a more active and autonomous way, offering himself and leaning on his classmate.

The 3D printer as an educational tool has encourage team work. The continuous development of problem solving in a process where the teacher acts like a guide and not as a solution provider makes the students lean to each other giving their maximum cooperation. This cooperative learning increases the social and communication skills that let the student share ideas to overcome challenges.

"How to make" has led the student to the curiosity of a continuous learning where not only has he experimented the ability of performing his idea, but he has also made the most of capacity of the ICTs as an information source, receiving encouragement that cannot be achieved with a traditional or individualistic education.

The programs used for the project have been "open source". Free use in most cases typify these. Their development means progress as in that all the students can use these technologies not only in the classrooms but also at home for free. Against it, we can see that these are not always updated or are constantly being renewed, appearing changes that mean a lot of time to prepare the material.

20

From the teaching point of view, continuous and guided learning is required inside the new educational model. A lot of time is needed to prepare and develop contents and to maintain all the prepared and adjusted material for the student to use it.

Beyond any political, economic and social questions, we find factors that make it difficult or even impossible to admit these practices inside the curricular educational environment and that is why is offered in an extracurricular schedule. Among others we can underline training the teachers for ICT and TLKs, the introductions of the pedagogical practices, the lack of economic resources for the acquisition of technological tools, an oriented educational program, etc.

## 6. FUTURE LINES FOR DEVELOPMENT

Investigating the new possibilities that are offered by new technologies for their educational use. For that it would be convenient to study them from a non-instrumental or productive point of view. Analyzing new meanings and functions to create a new educational or school model that answers to the new society whose technology is constantly changing.

As this is a new educational scenario, the introduction of new technologies both as curricular methodologies and/or tools, it suggests a change in the idea of classroom formation or positioning. An investigation of the formation of the new laboratory is required, where we can make the most of this new education for the integration of the new technologies in our curriculum.

We take as a reference already existing projects from scenarios where an education around new technologies is applied. A good example would be the FabLab (Fabrication Laboratory) and all the spaces linked to the digital manufacturing that are becoming a powerful tool for our society in a short period of time. These spaces are distinguished by the development of projects connected to the production of physical objects through machines capable of manufacturing anything. Their mission is to favor any person's creativity through manufacturing and project development through a worldwide collaborative learning.

Studying a new vision of the model of teacher. New practices and methodologies that are constantly changing are required. The teacher will have to assume new roles to build the knowledge through technological tools.

The development of an educational program that allows to have a learning program for a non-prepared faculty is investigated, and this, along with their pedagogical abilities in educational subjects is the base for the proposal of new technologies based in the new ICT and TLKs.

A new line of investigation in the concept of STEAM is opened under a PBL approach. New proposals for the integration of technology as learning tools for students and as educational resources for the teachers are researched.

## REFERENCES

- [1] F. J. Luque Rodríguez, "Las TIC en educación: caminando hacia las TAC," 3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC, pp. 55-62, 2016.
- [2] R. Lozano, "Las TIC/TAC: de las tecnologías de la información y comunicación a las tecnologías del aprendizaje y de conocimiento," in Anuario ThinkEPI, vol. 1, 2011, pp. 45-47.
- [3] S. C. Enriquez, "Luego de 1s TIC, las TAC," in II Jornadas nacionales de TIC en innovación en el Aula, 2012.
- [4] L. Vygotsky, *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Barcelona: Grijalbo, 1979.
- [5] J. Dewey, "Experience and Education," *Touchstone*, vol. 18, 1938.

International Journal on Integrating Technology in Education (IJITE) Vol.6, No.4, December 2017

- [6] J. S. D. Bruner, La importancia de la educación, Barcelona : Paidós, 1987.
- [7] M. C. Sarceda, S. M. Seijas, V. Fernández and D. Fouce, "El trabajo por proyectos en Educación Infantil: aproximación teórica y práctica," Redalei. Revista Latinoamericana de Educación Infantil, pp. 159-176, 2016.
- [8] A. Cascales Martínez, M. E. Carrillo García and A. M. Redondo Rocamora, "ABP y tecnología en educación infantil". Pixel\_Bit. Revista de medios y educación, pp. 201-210, 2017.
- [9] D. Reig, "Conociendo la creatividad para potenciarla," 2012.
- [10] M. Á. R. López and R. V. Ponce, "La observación y percepción del entorno y modelos en el espacio a través de aplicaciones prácticas con sistemas de impresión en la educación artística." 2015.
- [11] P. Beltran-Pellicer and C. Rodríguez-Jaso, "Modelado e impresión en 3D en la enseñanza de las matemáticas; un estudio exploratorio," ReiDoCrea, pp. 16-28, 2017.
- [12] J. L. Saorín, C. Meier, J. de la Torre-Cantero, C. Carbonell-Carrera, D. Melián-Díaz, de León and A. B. de León, "Competencia Digital: Uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D," EDMETIC, pp. 27-46, 2017.
- [13] E. Canessa, C. Fonda and M. Zennaro, Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development, vol. 3, ISBN 92-95003-48-9, 2013.
- [14] R. Jones, P. Haufe, E. Sells, P. Iravani, V. Olliver, c. Palmer, C. Palmer and A. Bowyer, "RepRap—the replicating rapid prototyper," Robotica, vol. 29, no. 1, pp. 177-191, 2011.
- [15] J. González-Gómez, A. Valero-Gómez, A. Prieto-Moreno and M. Abderramin, "A new open source 3d-printable mobile robotic platform for education," Advances in autonomous mini robots, pp. 49-62, 2012.
- [16] J. Maeda, "Stem+ art= steam," The STEAM journal, vol. 1, no. 1, p. 34, 2013.
- [17] M. Martínez Torán, "¿ Por qué tienen tanta aceptación los espacios maker entre los jóvenes?," 2016. [Online]. Available: [www.investigacionjuventud.org](http://www.investigacionjuventud.org).
- [18] J. Cabero Almenara and V. Marín Díaz, " La educación formal de los formadores de la era digital. Los educadores del siglo XXI," Notadum, pp. 29-42, 2017.
- [19] A. E. González and A. del Valle López, El aprendizaje basado en problemas: una propuesta metodológica en educación superior, vol. 18, Narcea Ediciones, 2008.
- [20] J. Núñez Ircio and M. Curto Prieto, "Propuesta de Unidad didáctica en tecnología de 4º curso de educación secundaria obligatoria: impresión 3d," Vitoria, Universidad Internacional de La Rioja, 2017, p. 8.
- [21] M. Rivas Navarro, Procesos cognitivos y aprendizaje significativo, Madrid: Subdirección General de Inspección Educativa de la Viceconsejería, 2008.

#### AUTHORS

**Joseba Koldobika Azcaray Fernández** is a design, manufacturing and Projects engineering PhD student at the Polytechnic University of Valencia, Spain. He is currently the director and professor of Txikitech school and is investigating an educational program about how to implement new technologies in the educational process through different methodologies. As an industrial designer he excels in new product investigation and tools for education.



**Manuel Martínez Torán PhD** is a professor and design researcher at UPV and Director of FabLab Valencia. He has participated in two European and 25 R&D design project as principal researcher (PI). He has published five books, twelve book chapters, fourteen contributions at conferences and has four recognized patents. He has been visiting lecture in Argentina, Mexico, Chile and Colombia. He has seven doctoral thesis read and one live stage of recognized research from Spanish Ministry of Education.



**Marcelo Leslabay PhD** Doctor of the Polytechnic University of Valencia. For more than 25 years he has been managing his study Leslabay Design, specialised in exhibition curator, design and organization representing Spanish design in several countries. He is currently Project Manager at Deusto FabLab, manager of the Industrial Design Engineering Degree, manager of the Ecodesign Lecture Room and Industrial Design professor at Deusto University, Bilbao, Spain. He has been Editorial Director at Experimenta since 2015, a publishing house specialised in Project, Design and Communication Culture.



**Chele Esteve Sandra PhD** Senior Lecturer is a professor at ETSID-UPV (School of Design and Engineering) and Head of Industrial Design Master's Degree at Higher Polytechnic School, Universidad de Nebrija (Madrid). She is interested in how everything is connected: people, objects, ideas and cultures. The quality of the connections is the key to success in a society which advocates multiculturalism. Chele's work focuses on the research and development of new products and market trends. She is working with the Museum of Crafts of Valencia (Spain), showing the blurred boundaries and emerging alliances between designers and craftsmen. She shares her work as a professor, designer, as well as a Design & Art critic and exhibition curator.



# Anexo IV. Congreso Internacional

## **Anexo IV. Descripción**

A continuación, se describe el congreso internacional de Florencia (Italia).

### Conference:

VII International Conference “New Perspectives in Science Education”. Florencia (Italia). March 22-23, 2018

### Publication:

“Methodology for the integration of new technologies into education through learning based on design projects. Case study.”

### Authors:

Joseba K. Azcaray, Manuel Martínez Torán, Marcelo Leslabay, Chele Esteve Sendra

---

Page and Editorial

p.p. 18-22

Conference Proceedings – Edited by Pixel

ISBN: 978-88-6292-976-9; ISSN: 2420-9732



## Methodology for the integration of new technologies into education through learning based on design projects. Case study.

Joseba K. Azcaray Fernández<sup>1</sup>, Manuel Martínez Torán<sup>2</sup>, Marcelo Leslabay Martínez<sup>3</sup>, Chele Esteve Sendra<sup>4</sup>

### Abstract

*The beginning of the 21st century has brought about the development and evolution of Information and Communication Technologies, opening up a new paradigm in the field of knowledge.*

*The growth of The Fourth Industrial Revolution depends upon an education revolution. Technology introduces new possibilities for skills and abilities development in order to involve people in the future society; these consider the rise of digital fabrication as an educational tool for the integration of the creative concept within science and technology competencies, leading to debate about new and updated learning methodologies.*

*A design for a STEAM educational tendency-based methodology is posed in conjunction with a Project-Based Learning as a bond between technological education and the new tools, for classroom implementation. The above-mentioned methodology is put into practice by carrying out an experiment through product design. Qualitative assessment is used in order to serve as a guide for the teacher while improving the implementation of new technologies in education curriculum as well as for future directions for research.*

**Palabras clave:** *New Technologies, PBL, STEAM, Education, Science, Digital Fabrication*

### 1. Introduction

In recent times technological changes and the emergence of new technologies in every social sphere have modified the way information and communication is accessed among ourselves, leading to new possibilities of research and innovation within the education system.

From a pedagogical approach, new Information and Communication Technologies (ICT), have favoured the use of new resources and tools among teaching staff, encouraging in that way the curricular development of learner's digital abilities and guaranteeing a complementary academic training during the education process.

The idea that new technologies favour knowledge acquisition which leads to the ability of its proficient managing is being empowered, and therefore it is causing a context in which society starts to talk about Learning and Knowledge Technologies (LKT); this situation leads to propose a new educational paradigm. Moya [1] stated that 'these ICT and LKT have opened a new paradigm where teachers and education systems must reconsider new learning spaces and original educational content and therefore new methodologies that influence teaching-learning processes'.

Speaking of the education system in Spain, place where this research and case study are carried out, the statement above cannot be satisfied. According to Carneiro et al. [2], there is a lack of qualified teachers on using new technologies; this fact directly influences the student.

Most of educators hold that science-related disciplines are the one who allow students to recognize their environment and also to adapt to this new society. But to perform an education based on technology, this should be applied with a methodological and a practical meaning.

<sup>1</sup> Universitat Politècnica de València, Spain, [azkara@txikitech.com](mailto:azkara@txikitech.com)

<sup>2</sup> Universitat Politècnica de València, Spain, [mmtoran@upv.es](mailto:mmtoran@upv.es)

<sup>3</sup> Universidad Deusto, Spain, [leslabay@deusto.es](mailto:leslabay@deusto.es)

<sup>4</sup> Universitat Politècnica de València, Spain, [maessen@dib.upv.es](mailto:maessen@dib.upv.es)



## 2. Theoretical framework

New digital fabrication tools allow student to experiment with knowledge through a Project-Based Learning (PBL), developing this way abilities such as creativity, critical thinking, cognitive skills, problem solving skills, et cetera.

PBL is presented as a learning model, where students devise, develop and experiment projects, which are applied in the daily life [3].

This proposal is based on constructivist theories. Learning is focused on the student, and is the student who acquires knowledge throughout the communication with other students and the experience achieved.

According to Cascales et al. [4], PBL is the strategy chosen by numerous educational institutions to give response to the insertion of new tools and the necessity of facing the new education framework.

García [5] suggests that the establishment of this strategy within 'Technology' subject is fundamental, because this is characterized by being an interdisciplinary unit where knowledge, technical skills and scientific, aesthetic and communicative abilities are applied.

In order to satisfy constant technological changes, it appears the need of creating new methods for the integration of a multidisciplinary education [6]. This union of disciplines and new technologies is developed under an educational tendency named STEAM (Acronym of Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics).

The Horizon report 2017 [7], identifies and describes at an international level which technologies and education tendencies are meant to lead over the next few years. This report presents the rise of STEAM education and encourages children for the study of science, technology and art as a creative element.

According to Maeda [8] and supported by Rhode Island Design School and Martínez [9], art is understood like a design process, and this must be placed as the creative component between science and technology.

In order to fulfil this learning process, the Horizon report 2017 [7] forecasts the use of digital fabrication and 3D printing as essential learning tools. Consequently, new 'Makerspaces' named learning spaces appear; these have multiplied by 14 over the last 10 years, reaching 1400 worldwide spaces in 2016 [7]. Skills' development through new technologies is fomented. Using design as a basis, students experiment processes for the devising and fabrication of an object for its use in real life.

Through a PBL, learners will be able to develop a final product. Digital fabrication allows to design, construct and experiment diverse tasks from a multidisciplinary approach, based on STEAM.

## 3. Methodological development

Txikitech is founded in 2015 to develop the project "Engineering for children". It is located in Bilbao, Spain. It is formed as a research and development center to integrate new technologies into the educational curriculum. The need to incorporate a supplementary technological and scientific training based on the regulated education with a high percentage of students was identified. The project was focused on various national and international investigations and studies with educational, technological and engineering nature.

This research studies and puts into practice the use of new technologies as a learning tool. The aim is to make a qualitative evaluation through analysis in order to obtain results. Thanks to those, new objectives and short-term investigation lines are considered to be investigated, analyzed, experimented and applied afterwards.

For its fulfilment, the integration of digital fabrication under a STEAM multidisciplinary approach is outlined (Fig.1). Learning is developed through a PBL based on the design process of a product. Students invent, develop and experiment projects that are applied in everyday life.



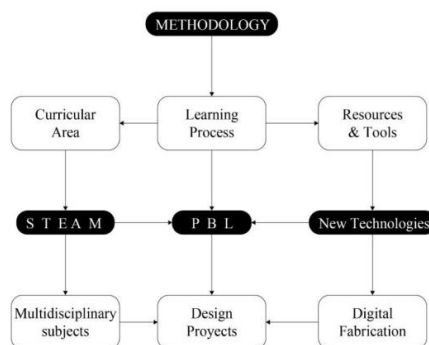


Fig. 1. Methodological approach.

#### 4. Methodological intervention. Case studies

The application of this methodology is developed in the school Txikitech with involvement of 97 children aged between 10 and 14 during the school year 2017. Students are divided in groups with a maximum of 15 people. Each group makes an individual project divided in 6 sessions with a length of 6 hours. The case study consists of the design of a physical object starting with the idea until its manufacturing and presentation following a PBL based in design (Fig. 2).

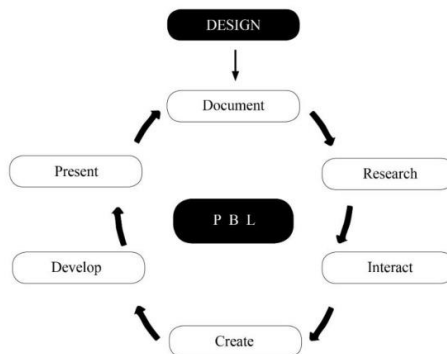


Fig. 2. PBL based in product design.

For its development different educational units such as mathematics, computer science, social science and technical drawing have to be used. For the manufacturing a 3D printer as tool and resources based in new technologies are used.

It is expected that through a process of product design, the students will use new technologies and therefore develop his creative and technical abilities together and applying different areas of knowledge.

## 5. Results

The practical objective of this case consist on the creation of knowledge within different curricular fields integrated in a disciplinary subject.

It is expected that through a process of product design, the students will use new technologies and therefore develop his creative and technical abilities together and applying different areas of knowledge. It is carried out throughout observation and a qualitative assessment of how students have accomplished different design-based challenges and projects over the sessions. In addition, these serve for the analysis and improvement of current and future research:

- **Document:** The professor discloses scientific and technological material for the development of the exercise. It is proposed a documentation that involves the STEAM subjects. The students generate their own documentation and complementary to the one received.
- **Research:** A scenario, problem and solution is established. Digital fabrication allows structuring the exercise and achieving the objectives.
- **Interact:** The students begin the creation phase. They work in small groups for the development of a common proposal. In this stage the students begin to be protagonists of their own learning.
- **Create:** The students carry out the proposals. The students acquire specific knowledge of digital fabrication, the functioning of things and their implementation in real life (Fig.3).

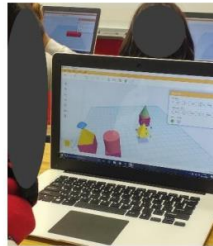


Fig. 3. The creation of the task using digital fabrication software.

- **Develop:** The student is prepared to solve problems through reasoning and knowledge for the development of the product (Fig.4).

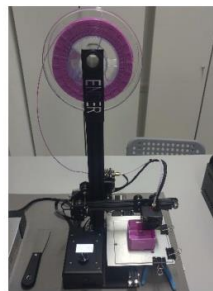


Fig. 4. The development the task using 3D printing.

- **Present:** Once the project is finished, the student is able to present the exercise.



## 6. Conclusions and future research

It is required the development of a new educational methodology based on those previously existent, where new digital fabrication technologies could be integrated into science and technology academic fields.

- The utilization of digital fabrication in education is presented as the resource and tool to perform a STEAM process within education system.
- Based on a design-focused PBL, it allows students explore ways of learning supplementary to the traditional education. Product design produces motivation towards active learning, where problem solving develops cognitive abilities and stimulates creative and critical thinking.
- The implementation of a STEAM learning through a project and using new technologies, creates motivation for learning. Students turn to knowledge acquired from different fields and integrate them into the project. Interest about how things are made and what are they used for increases.
- Through a methodology based on the principles of constructivism, they are able to select multiple variations for the development of the task.
- Students develop working in group skills and, because of the realization of the task, they learn solidarity towards their peers.

Within education framework, a PBL based on design generates the bond to deal with this multidisciplinary paradigm and to be able to take a close look at new educational proposals in order to face the continuous technological changes.

Product designing under a PBL within a STEAM process enables the student to experiment with concepts which can be applied to real life. This arises the interest for new technological tools and their implementation on new personal projects.

It clears a path for new lines of research, in order to study de development of new didactic units and how to face new technologies as a creative learning tool within a STEAM multidisciplinary educational framework.

## References

- [1] M. Moya, "De las TICs a las TACs: la importancia de crear contenidos educativos digitales," *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, no. 27, pp. 1-15, 2013.
- [2] R. Carneiro, J. Toscano and T. Díaz, " Los desafíos de las TIC para el cambio educativo," 2009.
- [3] E. Canessa, C. Fonda and M. Zennaro, *Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development*, vol. 3, ISBN 92-95003-48-9, 2013.
- [4] A. Cascales Martínez, M. E. Carrillo García and A. M. Redondo Rocamora, "ABP Y TECNOLOGÍA EN EDUCACIÓN INFANTIL," *Pixel\_Bit. Revista de medios y educación*, pp. 201-210, 2017.
- [5] C. García Macías, "educaweb," 2016. [Online]. Available: <http://www.educaweb.com/noticia/2016/12/15/implantacion-robotica-curriculo-eso-10723/>.
- [6] F. Ruiz Vicente, A. Zapatera Linares and N. Montes Sánchez, *Diseño de proyectos STEAM a partir del curriculum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa*, Valencia: Universidad CEU Cardenal Herrera, 2017.
- [7] A. Freeman, S. Adams Becker, M. Cummins, A. Davis and C. Hall Giesinger, "NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K," The New Media Consortium, Austin, 2017.
- [8] J. J. M. Maeda, *Las leyes de la simplicidad: diseño, tecnología, negocios, vida*, 2008.
- [9] M. Martínez Torán, "¿ Por qué tienen tanta aceptación los espacios maker entre los jóvenes?," 2016. [Online]. Available: <http://investigacionjuventud.org/?p=104>.

---

# Anexo V.

# Artículo Internacional

## **Anexo V. Descripción**

A continuación, se describe la publicación en revista internacional:

Journal:

International Journal of Innovative Trends in Engineering.

Publication:

Use of Robotics and a Learning Methodology Based on Engineering Design Projects.

Authors:

Joseba K. Azcaray, Manuel Martínez Torán, Marcelo Leslabay, Chele Esteve Sendra

Editorial

Issue: 66, Volume 43, Number 01. July 2018. p.p. 24-29

[http://www.ijite.com/citations/IJITE\\_430120059.pdf](http://www.ijite.com/citations/IJITE_430120059.pdf)

ISSN: 2395-2946

# Use of Robotics and A Learning Methodology Based on Engineering Design Projects

Joseba K. Azcaray<sup>1</sup>, Manuel Martínez Torán<sup>2</sup>, Marco Ribola<sup>3</sup>, Marcelo Leslabay<sup>4</sup>, Chele Esteve Sendra<sup>5</sup>

<sup>1,2,5</sup> *Universitat Politècnica de Valencia*, <sup>3</sup> *LABA Academy of Fine Arts*, <sup>4</sup> *Universidad Deusto*

**Abstract** - *The start of the 21st century, the development and evolution of new information and communication technologies (ICT) opens a new paradigm in the area of knowledge, bringing a debate about new and renewed learning methodologies for their implementation in the educational system. A technological environment for children is designed based on the principles of design engineering for a project-based learning (PBL). Robotics constitute the tool to assemble different curricular subjects such as mathematics, technology or sciences, thus allowing the student to acquire new abilities and competences. The objective of this paper is the creation of a scenario for obtaining results and conclusions for future investigations, reconsidering new methodologies and learning units based on new technologies to face the new education in the digital era.*

**Keywords** - *Engineering, Design, Technology, Robotics, PBL, Education.*

## 1. INTRODUCTION

From the pedagogical point of view, ICTs have favored the use of different information and communication media among the teaching staff, encouraging the student's curricular development in digital competences and guaranteeing a supplementary training in an educational process.

Since ICTs have been established in our society, it has to be highlighted the transformation of the way to access information and knowledge. This way it is being established that new technologies are favouring knowledge so that it can be managed, which is making society to start talking about new technologies for learning and knowledge (TLK).

According to Moya [1], these ICT and TLKs have opened a new paradigm where teachers and educational systems have to reconsider new formation spaces and new educational contents and therefore new methodologies that stress in the teaching-learning process.

In a pedagogical level, in Spain this need cannot be satisfied, due to the great lack of qualified teachers which affects the student directly. Most of the teachers hold that scientific disciplines are the ones that teach children about their environment. Science study plans are focused almost exclusively in nature, even if this only constitutes a small part of our everyday environment. Most of the products with which we coexist belong to an artificial world, designed by humans: telephones, houses, computers,

clothes, fridges, pens, cars... All this technology created by humans as a result of an engineering design process is absent in children's curriculum, and they spend a great amount of learning time with things that are irrelevant for their lives. This study plan makes us technological illiterates [2]. Because of this, maintains that, "the educational model has to be changed and engineering has to be the master key to make the study of science more enjoyable and linked to the world around us."

In a pedagogical environment, robotics becomes a process to ease and develop educational abilities such as creativity, integration, socialization, critical thinking, problem development, etc. Allowing the student to obtain an answer to the continuous technological changes.

Ruiz-Velasco [3] defined educational robotics or pedagogical robotics as a subject whose purpose is the conception, creation and commissioning of robotics prototypes and specialized programs with pedagogical purposes. He states that the use of robotic tools not only favours the learning-knowledge process, the easy integration of the theoretical with the practical, the development of critical thinking and the acquisition of scientific notions, but it also contributes to the development of new abilities, new concepts and strengthens systematic, logic and structured thinking, solving specific topics and giving a prominent answer to a constantly changing society.

The teaching of robotics does not mean directly training students in this matter but taking advantage of its multidisciplinary characteristics and creating new learning spaces with the main objective of making classrooms the new experimentation laboratories where students can ask themselves and constantly question the developed work, directly influencing other subjects and awaking interest for knowledge [4].

## 2. EDUCATIONAL ROBOTICS

Nowadays the need to promote new interdisciplinary learning scenarios where students develop new abilities to investigate, conceive, solve problems and finally experiment to give a solution to new lifestyles has increased.



In the pedagogical curricular field, the union of various disciplines focused in engineering meant that robotics manufacturers turned to education. This integration is based on the educational trend that has been considered in different countries such as the US and Japan to include pedagogical robotics in the STEAM education, and acronym borrowed from English that makes a reference to the subjects of science, technology, engineering, art and mathematics, and thus adopt an integrating part in teaching and learning.

The US organizations United States National Research Council, National Science Foundation and Society of Education of the IEEE, consider that these integrations to these disciplines are basic for technologically developed societies.

Vasquez [5] says that STEAM education is an interdisciplinary approach for learning, where complex academic concepts, together with real life lessons of how students apply science, technology, engineering, art and mathematics, is given in a context that gives connections between school, society, work and companies.

To address said proposals it is suggested as pedagogical material the use of new information, communication, learning and knowledge technologies through activities such as educational robotics with the aim of integrating knowledge in other educational areas related to curricular subjects that students have in their formal education.

Simultaneously it has to be highlighted that the aim of the investigation is to evaluate the qualitative form of the process to start a theoretical-practical educational mean that is available for first and secondary education teachers, that allows them to include in the teaching program elements and exercises compatible with a technological education related to our sociocultural environments.

At the same time, it is pursued to motivate using ludic concepts the interest for science and technology through investigation, conceiving, development and experimentation with real cases approaching knowledge in a more enjoyable way.

As has been described previously, educational robotics can be placed inside the activities that belong to STEAM. These activities have allowed the development between children, teachers of their regulated education and teachers.

Jacek [6], quoted by Pedro Antonio Ramirez and Hugo Andrade Sosa [7], makes an analysis about the use in education, classifying it in two types: robotics in education and robotics for education. The difference is in the use of the robots for the learning of robotics in the first case and the use of robotics for the learning of topics of different knowledge areas in the second case.

In this case the found experiences are studied to determine the role that computer science plays in the learning of and with robotics.

The process is centred on the study of both learnings inside the curricular activities of the STEAM environment. Computer technology gets to be a tool belonging to ICTs for the development of activities.

Pedro Antonio Ramirez and Hugo Andrade Sosa [7] describe that robotics belongs to the technological branch, thus constituting the "know and make" about the robot. This knowledge implies the learning or knowing of other branches such as design, building, assembling and launch of the robot.

It is considered that in this learning it is necessary that the student pays attention to other educational subjects such as mathematics, technology, drawing, electronics, programming, electricity, mechanics, etc., becoming a multidisciplinary theme. Azcaray et al. [8] contend that this multidisciplinary process can be achieved from a learning from design and a constructivist learning.

The student will be capable of conceiving, thinking, imagining, experimenting, deciding, investigating, developing, innovating, inventing in a collaborative environment and supported by teachers.

All this knowledge acquisition will be done in a technological environment based on ICTs and from an educational point of view based on new STEAM tendencies, thus preparing the student to the continuous changes and challenges of the society.

### 3. AN EDUCATIONAL AND TECHNOLOGICAL NEED

This research it is developed during the academic year 2017 at the site of Txikitech Bilbao with a sample of 99 boys and girls divided in groups into age groups between 11 and 12 years old as established by the study cycles in the regulated education valid in Spain (LOMCE).

The need and interest in robotics of a high percentage of students was identified from a playful point of view and outside the extracurricular timetable. At the same time, the possibility of how to take advantage of the concern to take part in the pedagogical and academic field and to be part of a curricular subject inside the regular education.

Eyes are focused in some national and international projects in education, technology and engineering, aiming to set some short-term objectives to be investigated, analysed, experimented and later on put into practice. A predesigned and commercialized educational robotics kit was taken as reference. Among the most well knowns Lego Midstorms education, SPC-Makeblock, Vex

Robotics, Fishertechnik, Parallax Scribbler and Dynamixel have to be underlined.

But not all the study centres are able to buy one or more kits so that they can be used by all or part of the students.

The company establishes that new knowledge in technological matters should not come from the technological product but from new or renewed ICT methodologies.

To achieve this link between the different tools that the manufacturers provide us with and the educational environment of regulated education and at the same time encourage the youngest ones towards science and technology, a space for activities and work framed in a worldwide educational tendency known as STEAM is developed.

These activities have allowed the establishment of nexus between children, study centres, teachers and curricular educational subjects, always under a learning based on learning making and learning playing.

### 3.1 Approach to the problem of investigation

After identifying and analysing the educational needs of the company, a new study model is proposed, where all parts take part: student, school teacher, company teacher, school management and parents so that it is possible to integrate ICTs and TLKs in a continuous way inside the regulated education.

The educational basis of the company is focused in industrial design processes and project development to transfer and make it a reality in first and second education.

For that, it is developed a series of structured and level organized educational units according to age and previous knowledge of the students going around the basic principles of design engineering, PBL and STEAM educational methodologies (see Fig.1).

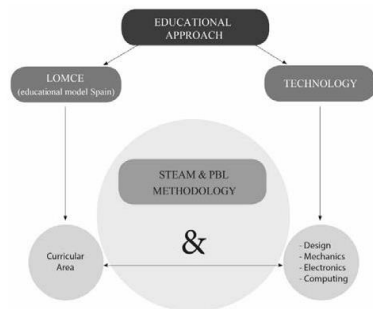


Fig.1. Approach for a learning based on design PBL and STEAM.

### 3.2. Methodological approach

It is understood as methodological proposal an educational scenario developed by the company framed in a theoretical-practical investigation case for the development of the robotics teaching and learning process from strategies typical of engineering design, PBL and STEAM models:

- Encourage children towards the importance of an education based on science, mathematics, computer science and engineering subjects.
- Create abilities in the students based on the new ICT and TLKs and make them a resource for the curricular development.
- Promote a technological education with easy use and valid comprehension both for the educational environment and for personal and life environment.
- Proposal of a methodology that integrates product design and design engineering and the use of robotics as a tool for creative and technological development.
- Development of pedagogical strategies and educational material for the orientation of curricular students and teachers in processes of technological learning in constant change and development.
- Create and collaborate environment where projects and proposed challenges solving can be done in a group dynamic and integrating way.
- Make all children aware of genre equality and integration for the interest of science and technology learning.

## 4. DESIGN OF A TECHNOLOGICAL SCENARIO

### 4.1. Structure of the workshop

It is developed from a pedagogical approach where the student feels in a playful scenario. The students spend too much time at school with theoretical learning. It is proposed a design and constructivist workshop (see Fig.2).

The student performs a process where curiosity, the making and how to solve problems is promoted.

This knowledge acquisition is characterized by the continuous questioning of how things work and how they can be done and it allows to create exercises where creativity elements take part in a science and technology environment.

This constructivist method where robotics as a tool and design as project structure will be used will allow the student to fulfil himself and answer questions at the same time, being leader of his own learning.



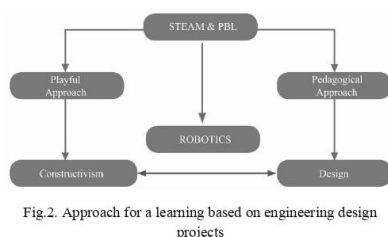


Fig.2. Approach for a learning based on engineering design projects

#### 4.2. Design of the workshop

A scenario where the main objective is that the student feels like a little engineer (or designer in this case) is created.

This allows us to address a workshop where it is possible to imagine, conceive, plan, experiment and solve problems watching closely the deep technological changes that are happening and how to introduce them in the curricular development.

In Fig.3 it is shown the pedagogical approach based on a project-based learning using as reference the structure of an exercise of product development inside design engineering [8].

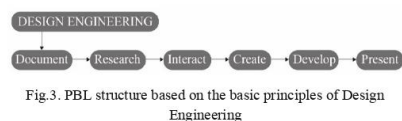


Fig.3. PBL structure based on the basic principles of Design Engineering

#### 4.3. Development of the workshop

The development of the workshop has 6 main steps:

**Documenting:** the needed documents will be provided to acquire and complement the knowledge taken from school subjects. At the same time the students will be provided with scientific materials based on new technologies. The student will receive all the theoretical information from the new ICTs. As previously described, computer science will become a communication tool for learning.

**Defining and investigating:** a scenario, a problem or a challenge will be established in order to find its solution. Students will have to be able to search for new knowledges with the help of the teacher. In this phase the students start to be the leaders of their own learning. The use of searching tools (ICT), brainstorming sessions and participation so that students are involved in the development of the project are encouraged.

**Conceiving:** through the acquired knowledges, the conceiving phase of the project will start. The students will work in small groups in a collaborative way. This way they

will be able to try and develop what they learnt feeding one to each other.

**Creating and prototyping:** the students acquire the specific knowledges of robotics, functioning of things and the implementation in real life. The student will start to experiment through the previously acquired knowledges.

**Experimenting and developing:** the student already knows how to solve problems through reasoning and knowledge to develop the product.

**Projecting and presenting:** once the project is done, the student will be ready for the divulgation of the exercise done sharing with his classmates the experience and knowledges.

## 5. RESULTS

Considering the previous exercise of the different challenges and projects carried by the students, the following results are deduced:

- Increase of the creative ability applied to the development of an objects used in everyday life. Development of a process based in projects starting from the general idea to the development of a product.
- Ability to develop exercises where different knowledge areas take part such as electronics, programming, computer science, robotics and design. Ability to integrate in join and individual exercises.
- Knowledge, management and use of different sensors and analysis of them in products used by society.
- Raise of interest of how things are done and their application in other sub-jects in the education environment such as mathematics, sciences and technology.
- Increase of the development and problem-solving ability. Through a constructivist methodology, it allows the student to find multiple versions for the development of an exercise.
- Greater ability to experiment and manage the tools for content analysis.
- Increase of confidence and self-esteem facing the possibility of finding solutions. This generates at the same time an increase of knowledge.
- Development of technical language associated to new technologies and its application to everyday life or the school environment.
- Control of the abilities related to challenges and projects worked through robotics with its application with examples of products in everyday life and subjects typical of the STEAMs.

- Greater group work capacity and group solidarity.
- Awareness of the integrity and respect for genre equality in the area of sciences, technology and engineering.

#### 6. CONCLUSIONS AND FUTURE SCOPES

From the point of view of the investigation of the introduction of the educational robotics in classrooms both at a curricular level and extracurricular level it has supposed an evolution of the way to integrate science and technology in a society that is constantly changing. It develops to be the way to generate the first steps toward a direct communication between problems in everyday life and exercises done in the classroom.

Robotics as a tool inside new information, communication, knowledge and learning technologies for education in a methodology based in design engineering demonstrates that, facing the continuous changes in the education outlook and the technological development or the existing digital breach between students and teachers, it is starting to develop to be a disciplinary possibility in the creation of new learning spaces and knowledge evolution.

Nowadays it is identified that the principal source for learning in matter of science or technology is given in a university environment related to engineering. The challenge has been to take the first steps to address the new educational paradigm in constant changes based on new technologies and how it can influence in a close future if those knowledges have already been worked before getting to superior studies.

But this new paradigm collides with the possibility to integrate robotics and design in the curricular subjects in elementary and secondary school and A levels.

Beyond the political, economic and social questions there are a lot of elements that hinder the recognition of these exercises inside the curricular environment and thus it has to be offered as extracurricular subject. Among others we can highlight for example the learning of ICT and TLK sub-jects by teachers, new pedagogical practices, the lack of economic re-sources for the acquisition of technological tools, an oriented educational project, etc.

These knowledges and technics developed by Txikitech allow at the same time to have a learning platform for non-qualified teachers that, with their pedagogical competences in curricular matters, constitute the basis for the proposal of new methodologies based on new technologies.

#### REFERENCES

- [1] M. Moya, "De las TICs a las TACs: la importancia de crear contenidos educativos digitales," DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia, no. 27, pp. 1-15, 2013.
- [2] I. M. "El reto de la alfabetización tecnológica," in *Aprender hoy para solucionar el mañana*, Barcelona, 2015.
- [3] E. Ruiz-Velasco, *Educatrónica. Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*, Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A., 2007.
- [4] F. O. D. C. Rica, "Robótica y aprendizaje por diseño," RICA, Fundación Omar Denegri-Costa, 2004.
- [5] C. M. Vasquez, *Aplicación del PLC en robótica dentro de la educación superior como metodología de enseñanza*, Universidad Mayor de Santiago de Chile, 2007.
- [6] M. Jacek, *Some thoughts on robotics for education*, Lund University, 2001.
- [7] P. López Remírez and H. Andrade Sosa, "Aprendizaje con robótica, algunas experiencias," *Educación*, pp. 43-63, 2013.
- [8] J. K. Azcaray, M. Martínez Torán, M. Leslabay Martínez and C. Esteve Sendra, "Product Design & 3D Printing : Integrating New Technologies into The Curriculum - Case Study," *International Journal on Integrating Technology in Education*, vol. 6, no. 4, pp. 11-23, 2017.

#### AUTHOR'S PROFILE

**Joseba Koldobika Azcaray Fernández** is a design, manufacturing and Projects engineering PhD student at the Polytechnic University of Valencia, Spain. He is currently the director and professor of Txikitech school and is investigating an educational program about how to implement new technologies in the educational process through different methodologies. As an industrial designer he excels in new product investigation and tools for education.

**Manuel Martínez Torán** is a professor and design researcher at UPV and Director of FabLab Valencia. He has participated in two European and 25 R&D design projects as principal researcher (PI). He has published five books, twelve book chapters, fourteen contributions at conferences and has four recognized patents. He has been visiting lecture in Argentina, Mexico, Chile and Colombia. He has seven doctoral thesis read and one live stage of recognized research from Spanish Ministry of Education.

**Marco Ribolais** Professor of Design / Industrial design / CAD 3D Alias Studio Tools / Technology of materials/ Advanced CAD Laboratory and Rapid Prototyping courses at LABA Academy of Fine Arts of Brescia since 2003. He is also Departmental Coordinator at the Academy. In 2002 funded Visionaria - Design, Engineering, Prototypes and Web Design Studio-. Starting from 2007 he also entered in with Telonius Whitehead, associate Designers studio. He previously worked as Product Designer for Beta Engineering and as Design Engineer for Husqvarna Motorcycles.

**Marcelo Leslabay Martínez** is a Doctor of the Polytechnic University of Valencia. For more than 25 years he has been managing his study Leslabay Design, specialised in exhibition curator, design and organization representing Spanish design in several countries. He is currently Project Manager at Deusto FabLab, manager of the Industrial Design Engineering Degree, manager of the Ecodesign Lecture Room and Industrial Design professor at Deusto University, Bilbao, Spain. He has been Editorial Director at Experimenta since 2015.

**Chele Esteve Sendra** is a senior Lecturer is a professor at ETSID-UPV (School of Design and Engineering) and Head of Industrial Design Master's Degree at Higher Polytechnic School, Universidad de Nebrija (Madrid). She is interested in how everything is connected: people, objects, ideas and cultures. The quality of the connections is the key to success in a society which advocates multiculturalism. Chele's work focuses on the research and development of new products and market trends. She is working with the Museum of Crafts of Valencia (Spain), showing the blurred boundaries and emerging alliances between designers and craftsmen.

---

# **Anexo VI.**

# **Ejemplo aplicación**

# **unidades didácticas.**

# **Heziberri 2020**

## **Anexo VI. Descripción**

Se muestran tres ejemplos de aplicación actual (2018) del desarrollo de unidades didácticas, y cómo se aplican las nuevas tecnologías dentro del sistema curricular y a través de la competencia disciplinar tecnológica.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Elaboración y Evaluación de unidades didácticas en el marco educativo. Departamento de Educación. Gobierno Vasco, p.5, (2017)

### SITUACIÓN PROBLEMA

<b>Título:</b>	<b>Tecnología para el ocio</b>
<b>Área/ Materia:</b>	Tecnología
<b>Nivel:</b>	1º ESO

### Contexto

Estamos en la sociedad del ocio, y cada vez es más importante en qué lo utilizan las personas. Hay un gran mercado en torno al ocio, sobre todo en el ámbito de los video-juegos. Los jóvenes son consumidores habituales, compran juegos y juegan solos en compañía. En los juegos se desarrollan diferentes capacidades pero, al fin y al cabo, el jugador se tiene que acomodar a lo que se le ha ocurrido al diseñador del juego. En el artículo

"*El ocio como valor en la sociedad actual*" aparecen estos interesantes datos recogidos por Iratxe Aristegui y María Silvestre, profesoras de la Universidad de Deusto:

IMPORTANTE\* Y \*BASTANTE IMPORTANTE\* (% HORIZONTALES)

	Muy importante		Bastante importante		Suma de las dos		Diferencia
	1999	2008	1999	2008	1999	2008	2008-1999
<b>EUROPA</b>							
Familia	84,3	84	13,3	14,1	<b>97,6</b>	<b>98,2</b>	0,60
Trabajo	58	58,1	32,2	31,3	<b>90,2</b>	<b>89,4</b>	-0,80
Amigos	40,2	41,7	48,2	47,6	<b>90,4</b>	<b>89,3</b>	-1,10
Tiempo libre/de ocio	32	34,5	49,3	49,7	<b>81,3</b>	<b>83,2</b>	+1,90
Religión	20,4	27,7	29,7	32,7	<b>50,1</b>	<b>60,4</b>	10,30
Política	7,3	9,3	26,5	26,7	<b>33,8</b>	<b>35,0</b>	1,20
<b>ESPAÑA</b>							
Familia	85,7	83,2	13,2	15,5	<b>98,9</b>	<b>98,7</b>	-0,20
Trabajo	63	61,8	31,6	30,0	<b>94,6</b>	<b>91,8</b>	-2,80
Amigos	39,4	42,1	47,2	49,2	<b>86,6</b>	<b>91,3</b>	4,70
Tiempo libre/de ocio	31,5	40,9	49,4	49,9	<b>80,9</b>	<b>90,8</b>	+9,90
Religión	14,9	14,1	27,1	22,5	<b>42,0</b>	<b>36,6</b>	-5,40
Política	4,4	5,5	14,9	21,1	<b>19,3</b>	<b>26,6</b>	7,30
<b>PAÍS VASCO</b>							
Familia	85,6	88,8	13,2	10,3	<b>98,8</b>	<b>99,1</b>	0,30
Trabajo	62,1	60,3	30,5	35,1	<b>92,6</b>	<b>95,4</b>	+2,80
Amigos	54,7	57,1	40,6	36,6	<b>95,3</b>	<b>93,4</b>	-1,90
Tiempo libre/de ocio	47,8	56,2	43,9	39,7	<b>91,7</b>	<b>95,9</b>	+4,20
Religión	14	13,7	29,7	19,5	<b>43,7</b>	<b>32,6</b>	-11,10
Política	3,8	7,9	18,7	20,4	<b>22,5</b>	<b>27,5</b>	5,00

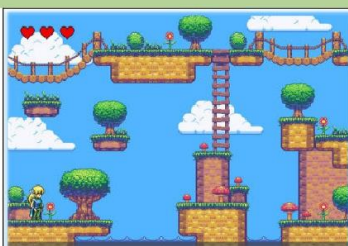
Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas de valores europea, española y vasca (1999 y 2005).

**ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura.** Vol. 188 - 754 marzo-abril (2012) 283-291 ISSN: 0210-1963

Gratis: 10.3989/arbor.2012.754n2002

En estos años ha aumentado la importancia que se le da al ocio en Euskadi y, presumiblemente, esta tendencia se mantendrá.

### Problema



La sociedad del trabajo está a punto de desaparecer; el tiempo libre será cada vez mayor. Para mantener el equilibrio, las personas tienen que ser capaces de gestionar su ocio de manera adecuada.

Es posible desarrollar video-juegos con lenguaje de programación y, una vez creados, se puede jugar en red con ellos; será una buena manera de utilizar el tiempo de ocio.

### Finalidad

Desarrollar un video-juego para cubrir la necesidad de ocupar el tiempo libre. Pasar de ser un usuario pasivo a un diseñador activo permitirá que cada uno juegue a juegos de su interés que, además, se pueden modificar añadiendo o modificando elementos.

### Objetivos

- Describir los cambios del modo de vida respecto al trabajo que se desarrollan en nuestra sociedad.
- Preparar información para hacer una explicación formal.
- Aprender a utilizar un gráfico de programación para diseñar un video-juego.
- Dibujar objetos y fondos con un programa de diseño.
- Ser conscientes del uso del lenguaje de programación
- Participar en grupos de trabajo repartiendo las responsabilidades y llegando a acuerdos.

### Tarea

Hacer un video-juego para que pueda utilizarse. Hay que describir bien las reglas del juego y las indicaciones de su funcionamiento: en qué consiste, cómo es su dinámica, cómo se consiguen puntos, qué niveles se superan, etcétera.

---

### Consignas

Se presentará la situación problema y se acordará el plan de trabajo.

En grupo:

- Analizarán la oferta de video-juegos, sus tipos, las diferentes plataformas, precios, etcétera. Organizarán la información en un infograma.
  - Profesionales: qué características tienen los jóvenes que participan en campeonatos. Características y especificidades de estos trabajos.
  - Desarrolladores: características, empresas cercanas, estudios requeridos...
  - Cómo están hechos los juegos, listado de las principales características.


Individualmente:

- Cada alumno trabajará en torno al lenguaje de programación y afrontará retos cada vez más complejos. Será una actividad dirigida.

Por parejas:

- Decidirán qué video-juego desarrollarán argumentando su razonamiento.
- Acordarán un plan de trabajo.
- Diseñarán el juego mediante un diagrama de flujo o un semi código y lo discutirán.
- Desarrollarán el programa.
- Ajustarán el programa
- Escribirán las reglas para jugar el juego
- Evaluarán los juegos del resto de la clase teniendo en cuenta criterios unificados
- Se evaluará el proceso y los resultados de aprendizaje (autoevaluación y coevaluación)



SITUACIÓN PROBLEMA	
<b>Título:</b>	Escaparates sorprendentes
<b>Área / Materia:</b>	Tecnología
<b>Nivel:</b>	2º ESO
Contexto	
<p>Carnavales, navidades, fiestas del pueblo... En todos los pueblos se nota que se celebra algo o que hay un acontecimiento especial: la iluminación en las calles, juegos, carteles...</p> <p>También en los centros hay oportunidades y momentos para preparar las aulas o algún otro espacio para organizar una fiesta o para mostrar todo aquello que se hace en el centro.</p>	
	
Problema	
<p>En un pueblo al cabo del año se celebran distintas fiestas y quieren implicar a los comercios para que cambien sus escaparates y los hagan más atractivos. Así, las fiestas del pueblo, las navidades o cualquier otra fiesta tendrán todavía un poco más de presencia.</p>	
Finalidad	
<p>Elegir una festividad que se celebre en el pueblo o en el centro y proponer que conviertan un espacio del centro en un atractivo en relación a dicha fiesta.</p>	
Objetivos	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llegar a acuerdos en el grupo y repartir las responsabilidades.</li> <li>• Hacer un plan de trabajo.</li> <li>• Utilizar un programa CAD en el diseño del proyecto</li> <li>• Entender la necesidad y utilización adecuada de los sensores.</li> <li>• Utilizar comandos de control del lenguaje de programación</li> <li>• Utilizar recursos informáticos para la presentación</li> </ul>	

---

### Tarea

Programar y construir la maqueta del proyecto para organizar el lugar o escaparate seleccionado. Requisitos mínimos:

- Un motor o servomotor
- Un sensor de diseño o de movimiento
- Diodos LED

### Consignas

Se presentará la situación problema y se acordará el plan de trabajo.

En grupos:

- Decidirán el proyecto que van a hacer
- Diseñarán y elegirán los elementos a utilizar: materiales, sensores...
- Acordarán el plan de trabajo y repartirán las responsabilidades
- Crearán un sitio con los apartados del proyecto técnico. Este sitio será la memoria del proyecto.
- Diseñarán el proyecto utilizando un programa CAD
- Construirán el proyecto con el material apropiado
- Realizarán el programa de control con el lenguaje de programación que corresponda
- Presentarán el proyecto: funcionamiento, proceso, finalidad de cada elemento...
- Propuestas de mejora
- Evaluarán los proyectos del resto de la clase teniendo en cuenta criterios unificados
- Se evaluará el proceso y los resultados de aprendizaje (autoevaluación y coevaluación)

SITUACIÓN PROBLEMA	
<b>Título:</b>	Casa inteligente
<b>Área / Materia:</b>	Tecnología
<b>Nivel:</b>	3º ESO
Contexto	
	<p>En los próximos años, la revolución del Internet de las cosas (<b>IoT</b>) se hará sentir de manera especial. Por un lado, en la economía puesto que esta área moverá una gran cantidad de dinero, aumentando los puestos de trabajo y creando empresas. Por otro lado, serán visibles los cambios en el modo de vida. Determinados procesos cotidianos se automatizarán y las personas sólo tendrán que programarlos.</p> <p>Los desarrollos de <b>IoT</b> se aplicarán de modo masivo en las viviendas, convirtiéndolas en casas inteligentes. Por el mismo motivo, en las ciudades surgirán "smart cities" o ciudades inteligentes.</p> <p>Sobre este tipo de viviendas es interesante este reportaje:  <a href="http://www.elmundo.es/economia/2014/11/21/546e35c8268e3e7e018b4570.html">http://www.elmundo.es/economia/2014/11/21/546e35c8268e3e7e018b4570.html</a>  <a href="https://www.iberdrola.es/clientes/hogar/servicios/hogar-inteligente">https://www.iberdrola.es/clientes/hogar/servicios/hogar-inteligente</a></p>
Problema	
<p>El modo de vida se ha hecho más rápido y se pasa mucho tiempo fuera del hogar. Las personas necesitan ayuda para el mantenimiento de las instalaciones de la casa. Si se observa un sistema programable, este sistema o instalación se puede controlar de modo adecuado mediante un sistema electrónico y un programa adecuado.</p> <p>Se quiere automatizar un espacio de la vivienda, de tal modo que realizando un sistema programable se consiga que funcione de modo adecuado.</p>	
Finalidad	
<p>Reconocer los servicios que tiene una vivienda y como se puede gestionar el funcionamiento de los mismos mediante un sistema programable y, en</p>	

---

ciertos casos, mediante Internet.

### Objetivos

- Seleccionar e interpretar, de manera adecuada, la información necesaria para desarrollar el proyecto.
- Reconocer las características y funciones de los componentes de un sistema programable.
- Clasificar las diferentes posibilidades de automatización de una vivienda.
- Desarrollar y configurar de forma adecuada un sistema programable.
- Escribir y ajustar un programa que responda a la situación que se ha definido.
- Reflexionar sobre los problemas que pueden ocasionar en la sociedad los sistemas hiper-conectados.
- Colaborar en el grupo de trabajo, repartiendo las responsabilidades y llegando a acuerdos.

### Tarea

En la maqueta de una casa, se debe instalar un sistema programable y configurar su programación para conseguir el comportamiento esperado.

A modo de ejemplo, se puede plantear la seguridad. Se monta en la vivienda un sistema de seguridad: sensores, controlador y actuadores. Cuando los sensores detectan movimiento o cualquier otra anomalía, envían un mensaje al teléfono móvil de los dueños de la vivienda, dando un aviso para que estos tomen medidas.

Además de la seguridad, se pueden controlar los aparatos eléctricos, la intensidad de la luz, encender o apagar la iluminación, levantar las persianas según la intensidad de la luz y muchos más. El sistema debe cumplir las condiciones que se han diseñado.

### Consignas

Se presentará la situación problema y se acordará el plan de trabajo.

- Para este momento ya se tiene trabajado la vivienda: su morfología, materiales, instalaciones...
- A partir de prácticas individuales, deberá conseguir entender la tarjeta de control, sus características, conexiones y utilidades y lo necesario para su programación.
- Se buscará y seleccionará información relevante consultando Internet y otras fuentes de información sobre: viviendas inteligentes, servicios que poseen cada una de ellas, las posibilidades que ofrecen cada una de ellas...

# Anexo VII.

# Indicadores de logro: proceso tecnológico basado en design thinking

## **Anexo VII. Indicadores de logro competencia tecnológica.**

Según el planteamiento específico del currículo de la educación secundaria obligatoria del Plan Heziberri 2020, pp. 513-516 (2017), los indicadores de logro son los siguientes:

### **IT1. Distinguir las etapas de un proceso tecnológico, describiéndolas, y realizando los trabajos adecuados en cada una de ellas.**

IT11. Establece la viabilidad de un producto, y su potencial propio para poder llevarlo a cabo.

IT12. Describe las razones que hacen necesario un objeto o sistema técnico.

IT13. Recopila información idónea en la resolución del problema definido.

IT14. Decide en grupo la solución más idónea a llevar a cabo.

- 
- IT15. Considera las ideas de los demás al decidir la solución a llevar a cabo en un proyecto.
- IT16. Diseña la solución determinada por el grupo aportando la documentación imprescindible.
- IT17. Planifica y documenta el proceso de ejecución de la solución,
- IT18. Prevé los recursos y la división de tareas entre los miembros del grupo de trabajo.
- IT19. Establece un sistema para la venta del producto, testeando estrategias de su promoción.
- IT110. Evalúa los efectos positivos y negativos de la fabricación, uso y desecho de un objeto o sistema técnico sobre el medio ambiente y el bienestar de las personas.
- IT111. Identifica los cambios tecnológicos más importantes que se han producido y se están produciendo.
- IT112. Analiza la influencia de la tecnología en la calidad de vida, en la evolución social y técnica del trabajo, en la salud y en las actividades de ocio y tiempo libre.
- IT113. Valora la necesidad de ahorro energético y tratamiento de los residuos.
- IT114. Estima las posibilidades de sostenibilidad en las circunstancias medioambientales actuales y la repercusión sobre la actividad tecnológica.
- IT115. Explica la adaptación del caserío al entorno, en diferentes épocas, y describe utensilios y labores realizadas en los mismos.

**IT2. Diseñar una solución adecuada a un problema definido aplicando de forma pertinente los conocimientos técnicos y científicos**

- IT21. Reproduce a escala, con ayuda de recursos TIC, una estructura y mejora su estabilidad mediante soluciones técnicas.
- IT22. Describe los esfuerzos característicos y la transmisión de los mismos en los elementos que configuran la estructura.
- IT23. Aplica correctamente los algoritmos de transmisión de movimientos en sistemas mecánicos, y calcula velocidades o desplazamientos en los mismos.

- IT24. Describe mediante información escrita y gráfica cómo transforma el movimiento o lo transmiten los distintos mecanismos.
- IT25. Explica el funcionamiento de las máquinas térmicas más comunes.
- IT26. Simula mediante software específico y mediante simbología normalizada circuitos mecánicos y los relaciona con la solución esperada.
- IT27. Simula correctamente circuitos eléctricos y electrónicos con operadores sencillos y comprueba la adecuación de su comportamiento a los requerimientos.
- IT28. Mide las magnitudes que se estén empleando en la resolución de un problema con los instrumentos de medida o en el programa de simulación adecuados.
- IT29. Relaciona la energía eléctrica y sus conversiones en otras manifestaciones energéticas.
- IT210. Aplica algoritmos básicos de las tecnologías más comunes.
- IT211. Genera el pseudocódigo correspondiente a un problema planteado.
- IT212. Convierte en programa el pseudocódigo creado a partir del enunciado de un problema específico.
- IT213. Sintetiza la información aportada por los miembros del grupo de trabajo.
- IT214. Emplea dibujos, croquis, bocetos y esquemas de las distintas tecnologías.
- IT215. Elabora un plan de trabajo en el taller con especial atención a las normas de seguridad.
- IT216. Explica el significado de textos técnicos en distintos formatos, y su vocabulario específico.
- IT217. Representa objetos a escala mediante vistas y perspectivas de modo normalizado.
- IT218. Expresa mediante flujogramas, o pseudocódigo, la resolución de un problema de control.
- IT219. Utiliza con pertinencia herramientas ofimáticas, de simulación y de diseño asistido por ordenador.
- IT220. Emplea el software adecuado en el diseño de piezas y objetos sencillos.

---

IT221. Expone de manera oral los resultados de su trabajo y justifica las decisiones con asertividad.

IT222. Documenta las líneas de un programa explicando su funcionalidad.

**IT3. Manejar el entorno virtual empleado por el alumnado en su aprendizaje de manera eficiente, evitando disfunciones.**

IT31. Distingue las partes funcionales de un ordenador y conecta adecuadamente todo tipo de periféricos.

IT32. Mantiene y optimiza las funciones principales del ordenador en aspectos relacionados con el sistema operativo.

IT33. Lleva a cabo el mantenimiento y limpieza del navegador, y lo configura para mantener la privacidad y seguridad.

IT34. Aplica la netiqueta en sus intervenciones en red.

IT35. Instala y desinstala software básico de manera segura.

IT36. Utiliza adecuadamente dispositivos electrónicos como fuente de información y para crear contenidos.

IT37. Se interrelaciona con los distintos entornos virtuales de actuación didáctica del centro y preserva su perfil y datos.

IT38. Identifica el tipo de información que corresponde a los ficheros comunes y pondera su tamaño

IT39. Representa gráficamente su PLN y organiza su gestión de la información

IT310 Asocia propiedades mecánicas a los distintos materiales habituales en la elaboración de productos.

IT311 Relaciona propiedades de materiales y funcionalidad de los objetos a construir.

IT312 Emplea elementos constituyentes de estructuras.

IT313 Deduce la deformación asociada a los distintos tipos de esfuerzos a los que están sometidos elementos de estructuras resistentes.

IT314 Mantiene una actitud de aprovechamiento de materiales.

IT315 Valora el acabado y la presentación conseguidas con los materiales adecuados



IT316 Localiza en el programa correspondiente el apartado relativo a la temperatura de elementos de la impresora.

**IT4. Realizar las operaciones técnicas previstas en un plan de trabajo, utilizando los recursos materiales y organizativos con criterios de economía, seguridad y respeto al medio ambiente y valorando las condiciones del entorno de trabajo.**

IT41. Aplica adecuadamente el método de análisis de objetos y sistemas.

IT42. Identifica los elementos que componen un sistema tecnológico y justifica sus características.

IT43. Deduce el funcionamiento de un sistema y las posibilidades de regular su comportamiento.

IT44. Relaciona los componentes de un circuito eléctrico, o electrónico, con la función básica de los mismos.

IT45. Desglosa los apartados constituyentes de un programa y los relaciona con la finalidad del mismo.

IT46. Depura un programa dado, manteniendo su funcionalidad.

IT47. Construye la solución y establece los ajustes requeridos que garanticen la respuesta adecuada.

IT48. Aplica las normas de Seguridad e higiene durante la ejecución de todas las tareas.

IT49. Interpreta la documentación técnica asociada al proceso de producción de un objeto.

IT410. Emplea correctamente las herramientas, máquinas e instrumentos, incluido el ordenador, en las operaciones correspondientes.

IT411. Utiliza los recursos con criterios de aprovechamiento y respeto por el medio ambiente.

IT412. Integra los elementos asociados a un sistema de control o a un robot, haciéndolos operativos.

IT413. Aplica el bagaje adquirido en contextos similares al que está llevando a cabo.

---

IT414. Muestra fuerza de voluntad ante resultados parciales no adecuados, y rectifica la trayectoria de la ejecución de las operaciones.

IT415. Autorregula su actuación centrándola en el objetivo a conseguir.

**IT5. Implementar montajes apoyándose en varias tecnologías.**

IT51. Dimensiona adecuadamente un objeto o sistema.

IT52. Maneja operadores mecánicos integrados en una estructura de una máquina o sistema.

IT53. Monta circuitos eléctricos y electrónicos básicos.

IT54. Distingue en un sistema de control los elementos de entrada, proceso y salida.

IT55. Adecúa los programas al comportamiento prefijado del entorno de control, o del robot.

IT56. Aplica las normas de seguridad e higiene en los procesos de montaje.

IT57. Prevé la respuesta de la realización que va llevando a cabo.

IT58. Lleva a cabo la conexión de las tarjetas de control al ordenador y los elementos de entrada y salida.

IT59. Valora el proceso y el resultado y configura posibles aspectos de mejora.

IT510. Realiza en equipo las correcciones necesarias sobre el diseño original y formula la información significativa extraída de las acciones desarrolladas.

IT511. Evalúa los efectos positivos y negativos de la fabricación, uso y desecho de un objeto o sistema técnico sobre el medio ambiente y el bienestar de las personas.

IT512. Comprueba el funcionamiento apropiado de la solución adoptada.

IT513. Identifica aspectos de mejora aplicables en ulteriores propuestas.

IT514. Evalúa su propia actividad, así como el del grupo.

IT515. Evalúa las presentaciones en público de los trabajos de los otros grupos.

IT516. Recoge en un documento la recapitulación de la experiencia y de los aprendizajes adquiridos.

IT517. Presenta con orden y claridad ante el resto de compañeros el trabajo realizado.

IT518. Valora el sentimiento de satisfacción que produce el resolver de manera individual o colectiva un problema tecnológico tras enfrentarse a las dificultades surgidas durante el proceso.

---

# Anexo VIII.

# Indicadores de logro:

# Transversales

## **Anexo VIII. Indicadores de logro competencia transversales.**

Los indicadores de logro pertenecientes a las competencias transversales aparecen descritos en:

“Orientaciones para elaborar el informe sobre el grado de adquisición de las competencias básicas. Berritzegune Nagusia., pp. 8-11, (4.2.). (2017).”

De acuerdo a la investigación desarrollada, se han ordenado y enumerado de la siguiente manera:

### **CT1. Competencia para aprender a aprender y a pensar.**

*Disponer de los hábitos de estudio y de trabajo, de las estrategias de aprendizaje y del pensamiento riguroso, movilizando y transfiriendo lo aprendido a otros contextos y situaciones, para poder organizar de forma autónoma el propio aprendizaje.*

CT11. Identifica la necesidad y finalidad de la búsqueda de información y utiliza estrategias adecuadas a los diferentes objetivos.

- 
- CT12. Busca con progresiva autonomía, información relevante procedente de distintas fuentes: analógicas y digitales.
- CT13. Selecciona la información relevante para el objetivo y la recoge mediante medios de registro dados (fichas, esquemas, tablas, vacío de información, mapas conceptuales, cuestionarios, organizadores gráficos...).
- CT14. Analiza, con progresiva autonomía, la validez y fiabilidad de la información en base a sus propios conocimientos.
- CT15. Guarda y cataloga la información obtenida.
- CT16. Comprende la información (reconoce, identifica, diferencia, relaciona, compara, ordena, clasifica...).
- CT17. Utiliza diferentes técnicas para comprender y recordar información (subrayado, toma de apuntes, esquemas, mapas conceptuales, líneas temporales, diagramas, reglas mnemotécnicas, etc.)
- CT18. Analiza y valora la información (extrae conclusiones, distingue entre varias interpretaciones sobre una misma información o idea, distingue entre hechos y opiniones...)
- CT19. Busca nuevas respuestas a los interrogantes planteados utilizando técnicas que favorecen la creatividad.
- CT110. Utiliza y aplica lo aprendido a nuevas situaciones.
- CT111. Muestra una actitud positiva para afrontar nuevos aprendizajes.

**CT2. Competencia para aprender a ser.**

*Reflexionar sobre los propios sentimientos, pensamientos y acciones que se producen en los distintos ámbitos y situaciones de la vida, reforzándolos o ajustándolos, de acuerdo con la valoración sobre los mismos, para así orientarse, mediante la mejora continua, hacia la autorrealización de la persona en todas sus dimensiones.*

CT21. Adecúa el lenguaje verbal y no verbal a la situación de comunicación. Se responsabiliza, organiza su trabajo personal y lo revisa una vez terminado.

CT22. Muestra esfuerzo, autonomía y perseverancia en el trabajo personal, con una actitud activa y responsable en las tareas.

CT23. Evalúa adecuadamente sus progresos e identifica los recursos y estrategias que le ayudan a aprender mejor.

CT24. Acepta el error como una de las fases del proceso de aprendizaje y busca la manera de superarlos.

CT25. Toma decisiones con responsabilidad, las justifica y reconoce que toda decisión supone renunciar a otras alternativas.

CT26. Reconoce que las decisiones propias pueden influir en el resto de las personas.

CT27. Muestra sensibilidad y empatía con aquellos que necesitan ayuda. Muestra confianza en sus posibilidades, valora sus logros y los defiende ante los demás.

CT28. Tiene recursos y estrategias para reconocer y regular sus emociones y para cuidarse físicamente.

**CT3. Competencia para la comunicación verbal, no verbal y digital.**

*Utilizar de forma complementaria la comunicación verbal, la no verbal y la digital para comunicar de manera eficaz y adecuada en situaciones personales, sociales y académicas.*

CT31. Comprende, interpreta y utiliza diferentes tipos de textos.

CT32. Comunica de manera coherente y precisa información sobre diferentes temas.

CT33. Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación para gestionar información, comunicarse y elaborar contenidos de manera creativa y expresiva.

CT34. Utiliza diferentes lenguas para colaborar en proyectos y usa las nuevas tecnologías en interacciones orales, escritas y digitales.

CT35. Produce, siguiendo pautas establecidas, textos orales y escritos en diferentes soportes.

CT36. Interpreta y utiliza símbolos, gráficos y otros signos convencionales.

CT37. Utiliza diferentes lenguajes (visual, plástico, musical, corporal, matemático) para comunicar diversas ideas, emociones y sentimientos.

CT38. Expone de forma crítica la opinión personal sobre diferentes temas utilizando distintas formas de comunicación digital y verbal.

---

CT39. Argumenta sus intervenciones en el grupo sin perder de vista el objetivo de la actividad.

**CT4. Competencia para la iniciativa y espíritu emprendedor**

*Mostrar iniciativa gestionando el proceso emprendedor con resolución y eficacia en los distintos contextos y situaciones personales, sociales, académicas y laborales, para poder transformar las ideas en actos.*

CT41. Propone y desarrolla proyectos, investigaciones y acciones viables ante nuevos retos.

CT42. Planifica proyectos individuales y colectivos que responden a problemas reales, a partir del material y de los medios disponibles.

CT43. Analiza, determina y selecciona los elementos necesarios de un proyecto.

CT44. Lleva a cabo proyectos sin perder de vista el objetivo inicial.

CT45. Identifica y reajusta la tarea tras valorar las dificultades y los recursos disponibles.

CT46. Presenta conclusiones sobre aspectos relacionados con su proyecto y valora su impacto.

CT47. Desarrolla planes de comunicación para difundir y publicitar de manera eficaz los proyectos.

CT48. Participa en la revisión y mejora de sus trabajos.

**CT5. Competencia para convivir.**

*Participar con criterios de reciprocidad en las distintas situaciones interpersonales, grupales y comunitarias, reconociendo en el otro los mismos derechos y deberes que se reconocen para uno mismo, para contribuir tanto al bien personal como al bien común.*

CT31. Se integra en el trabajo en grupo con interés, coopera en la toma de decisiones, acuerda el reparto de tareas y responsabilidades, y respeta los plazos y los objetivos del grupo.



CT52. Se sitúa en la perspectiva de las distintas partes, escucha atentamente las razones ajenas, acepta que la parte contraria puede tener una parte de razón y defiende sus propias ideas de forma asertiva y respetuosa.

CT53. Utiliza adecuadamente las normas básicas de relación social en entornos virtuales y presenciales (turnos de intervención, normas de cortesía, registro, lenguaje no verbal...).

CT54. Actúa con respeto hacia terceros en el uso e intercambio de contenidos de producción propia o ajena incluido el software empleado y respeta la propiedad intelectual.

CT55. Plantea alternativas, valora el proceso de discusión, pone en valor las vías democráticas y pacíficas y defiende el diálogo y las normas como vía de colaboración.

CT56. Muestra respeto hacia la diversidad: evita la utilización de estereotipos de cualquier tipo y reconoce expresiones discriminatorias, sexistas, androcéntricas.

CT57. Reconoce y respeta los derechos y deberes que se derivan de las relaciones de grupo.

---

# Anexo IX. Indicadores de logro: Disciplinares

## **Anexo IX. Indicadores de logro competencia disciplinares.**

Los indicadores de logro pertenecientes a las competencias transversales aparecen descritos en:

“Orientaciones para elaborar el informe sobre el grado de adquisición de las competencias básicas. Berritzegune Nagusia., pp. 11-17, (4.2.2). (2017).”

De acuerdo a la investigación desarrollada, se han ordenado y enumerado de la siguiente manera:

### **CD1. Competencia tecnológica.**

*Desarrollar y utilizar con criterio productos o sistemas tecnológicos aplicando, de manera metódica y eficaz, saberes técnicos y de otras ramas para comprender y resolver situaciones de interés u ofrecer nuevos productos y servicios, comunicando los*

---

*resultados a fin de continuar con procesos de mejora o de toma responsable de decisiones.*

CD11. Diseña una solución adecuada a un problema definido y tiene además una actitud consecuente con la sostenibilidad del medio.

CD12. Define las tareas para cada una de las etapas del proceso tecnológico.

CD13. Actúa con eficacia y con seguridad en los entornos virtuales utilizados en su aprendizaje.

CD14. Analiza los sistemas tecnológicos y explica la función de cada uno los elementos que lo componen.

CD15. Documenta cada una de las etapas definidas en la elaboración del proyecto, utiliza simbología y léxico adecuados, y la información que ha necesitado en el proceso lo ha analizado de manera crítica y lo ha interiorizado.

CD16. Ha tenido en cuenta las normas de seguridad adecuadas cuando ha utilizado materiales, herramientas, operadores y aparatos de medición en los montajes en las distintas tecnologías.

CD17. Respeta la seguridad, el medio ambiente y economía al realizar las operaciones técnicas descritas en el plan de trabajo.

CD18. Aporta a alguna de las situaciones problema planteadas una solución con un programa realizado en un lenguaje de programación.

CD19. Explica y defiende ante otras personas el proyecto tecnológico realizado y además lo comparte en un sitio web que lo ha creado.

CD110. Evalúa el proceso y el resultado de lo realizado y propone mejoras.

## **CD2. Competencia en comunicación lingüística y literaria**

*Utilizar textos orales y escritos, en euskera, castellano y en una o más lenguas extranjeras, para comunicarse de forma adecuada, eficaz y respetuosa con la diversidad lingüística, en situaciones propias de diferentes ámbitos de la vida. Igualmente, desarrollar una educación literaria que ayude a conocerse mejor a uno mismo y al mundo que le rodea.*

CD21. Comprende e interpreta de manera crítica de textos orales y audiovisuales propios de diversos ámbitos de uso de la lengua, de diferentes géneros y en diferentes soportes.

CD22. Comprende e interpreta de manera crítica el contenido y la forma de textos escritos, propios de diversos ámbitos de uso de la lengua, de diferentes géneros y en diferentes soportes.

CD23. Produce, de manera clara y ordenada, textos orales adecuados y eficaces de diferentes géneros, en diferentes soportes y propios de distintos ámbitos de uso.

CD24. Participa, de manera activa y respeta las normas socio-comunicativas en interacciones, debates y discusiones para el aprendizaje y la convivencia.

CD25. Produce textos escritos, adecuados a la situación de comunicación, coherentes, cohesionados y correctos en diferentes soportes, de diferentes géneros y propios de distintos ámbitos de uso de la lengua.

CD26. Utiliza los conocimientos sobre el sistema y las normas lingüísticas para mejorar la comprensión y producción de textos.

CD27. Muestra un desarrollo suficiente del hábito lector y selecciona con criterio propio lecturas para su disfrute personal y para el aprendizaje.

CD28. Comprende textos literarios, orales y escritos y expone una opinión personal sobre ellos.

CD29. Reconoce y valora la diversidad lingüística presente en la sociedad.

CD210. Muestra comportamientos y actitudes positivas hacia las lenguas y los hablantes.

### **CD3. Competencia matemática.**

*Aplicar el conocimiento matemático para interpretar, describir, explicar y dar respuestas a problemas relacionados con las necesidades de la vida, utilizando modos de pensamiento, representación y herramientas propias del área.*

CD31. Realiza los cálculos y las estimaciones con eficacia (cálculo mental, algoritmos de lápiz y papel o calculadora), y utiliza la notación más adecuada incluyendo las operaciones de potenciación, radicación y cálculo logarítmico.

---

CD32. Utiliza el lenguaje algebraico (ecuaciones, sistemas de ecuaciones,) para resolver diversos tipos de problemas.

CD33. Identifica relaciones de proporcionalidad numérica y geométrica, utilizándolas para resolver problemas relativos de la vida cotidiana.

CD34. Resuelve problemas relacionados con la medida utilizando las estrategias y unidades adecuadas e interpretando las escalas de medidas y las relaciones trigonométricas.

CD35. Utiliza el software adecuado para estudiar e investigar propiedades y movimientos de figuras en el plano y en el espacio.

CD36. Identifica y explica relaciones entre magnitudes que pueden ser descritas mediante una relación funcional y asocia las gráficas con sus correspondientes expresiones algebraicas.

CD37. Dibuja, analiza y aplica propiedades relativas a gráficas de funciones (lineal, cuadrática, exponencial, etc.) utilizándolos en la resolución de problemas.

CD38. Calcula e interpreta los parámetros estadísticos más importantes (media y desviación típica de una distribución de datos) utilizando la calculadora o el software adecuado.

CD39. Interpreta y representa críticamente datos de tablas y gráficos sobre diversas situaciones reales utilizando el software adecuado.

CD310. Calcula la probabilidad de sucesos mediante los diagramas de árbol y las tablas de contingencia y resuelve problemas sencillos de probabilidad condicionada.

CD311. Realiza simulaciones, formula y comprueba conjeturas sobre los resultados de experimentos aleatorios.

CD312. Realiza una lectura comprensiva del enunciado del problema y aplica distintas estrategias heurísticas para resolver el problema.

CD313. Aplica los conocimientos matemáticos en la resolución de problemas y comprueba los resultados obtenidos.

#### **CD4. Competencia científica.**

*Emplear el conocimiento y la metodología científica de forma coherente, pertinente y correcta en la interpretación de los sistemas y fenómenos naturales, así como de las*

*aplicaciones científico-tecnológicas más relevantes en diferentes contextos, para comprender la realidad desde la evidencia científica y tomar decisiones responsables en todos los ámbitos y situaciones de la vida.*

CD41. Relaciona los conceptos básicos de las ciencias con los sistemas y procesos del mundo natural, y los articula en leyes, modelos y teorías.

CD42. Reconoce y describe datos, hechos y procedimientos relevantes de las ciencias, y los aplica en las explicaciones científicas y en la resolución de problemas.

CD43. Diferencia las interpretaciones científicas de la realidad de otras no científicas, y reconoce que la ciencia hace predicciones que son verificables empíricamente.

CD44. Localiza, selecciona e interpreta de manera activa y crítica información relevante sobre temas científicos, en diversos lenguajes y entornos.

CD45. Explica los sistemas y fenómenos naturales, y predice su comportamiento según el conocimiento científico, de forma coherente, pertinente y correcta.

CD46. Elabora mensajes y textos informativos, explicativos y argumentativos, en los que aplica los conocimientos científicos a la interpretación de hechos y/o a la justificación de una determinada hipótesis, modelo o teoría.

CD47. Identifica y resuelve problemas de índole científica, tanto de forma cualitativa como cuantitativa.

CD48. Realiza pequeñas investigaciones documentales y experimentales de índole científica.

CD49. Conoce, valora y muestra conductas relacionadas con la actividad científica, y las aplica en la resolución de problemas y en la realización de investigaciones.

CD410. Elabora de forma autónoma y crítica propuestas que promuevan el desarrollo sostenible, ante los cambios que la actividad humana genera en el mundo natural,

CD411. Muestra conductas y desarrolla hábitos de salud y estilos de vida saludables.

CD412. Justifica la necesidad de la investigación científica y sus aplicaciones en el bienestar de la sociedad.

**CD5. Competencia social y cívica.**

---

*Conocerse y entenderse a sí mismo, al grupo del que es miembro y al mundo en el que vive, mediante la adquisición, interpretación crítica y utilización de los conocimientos de las ciencias sociales; así como del empleo de metodologías y procedimientos propios de las mismas, para actuar autónomamente desde la responsabilidad como ciudadano en situaciones habituales de la vida; con el fin de colaborar al desarrollo de una sociedad plenamente democrática, solidaria, inclusiva y diversa.*

CD51. Se comprende como persona individual y singular con sus características y limitaciones, que vive junto a otras personas.

CD52. Es capaz de participar y de organizarse con normalidad dentro de varios grupos, que tienen diferentes características y objetivos, así como en distintos niveles (familia, escuela, barrio, pueblo, nación).

CD53. Identifica el funcionamiento democrático en las organizaciones de las que forma parte: escuela, municipio, territorio histórico, etc.

CD54. Aprecia los cambios, la evolución o permanencia que afecta a los hechos sociales, culturales o históricos.

CD55. Conoce las características de la sociedad en la que vive y especialmente de su pasado y de su actual formación, organización y funcionamiento.

CD56. Anticipa los efectos negativos que sobre la naturaleza pueden tener determinados comportamientos humanos individuales y colectivos.

CD57. Entiende la idea de “desarrollo sostenible” y de las implicaciones sociales que conlleva el mismo.

CD58. Es consciente del medio en el que vive y muestra compromiso y solidaridad con el mismo.

CD59. Adopta una ciudadanía responsable respecto al medio ambiente.

CD510. Adopta los derechos humanos como marco básico de referencia para la convivencia.

CD511. Soluciona los problemas sociales por medio de vías democráticas.

CD512. Asume los derechos y deberes ciudadanos y actúa consecuentemente en su vida diaria.

CD513. Analiza los conflictos de convivencia actuales en sus diferentes facetas y hace el esfuerzo de situarse en la perspectiva de las distintas partes.



CD514. Analiza alguna situación conflictiva del mundo en que vive y busca sus antecedentes y causas sociales, culturales o históricas.

CD515. Estudia conflictos sociales de distinta índole entre grupos sociales- países, y promueve el uso de procedimientos pacíficos para resolverlos.

CD516. Utiliza conocimientos, destrezas y actitudes para comprender la realidad del mundo en el que vive.

CD517. Identifica la relación causa-efecto de algún hecho de carácter histórico, social o cultural, pasado o actual.

CD518. Clasifica y relaciona entre sí las causas que motivan los hechos históricos y sociales.

#### **CD6. Competencia artística.**

*Comprender y valorar críticamente diferentes manifestaciones culturales y artísticas, en distintos contextos temporales y de uso, para tener conciencia de la importancia que los factores estéticos tienen en la vida de las personas y de las sociedades. Asimismo, conocer los diferentes lenguajes artísticos y utilizar sus códigos en la producción de mensajes artísticos como forma de expresarse y comunicarse con iniciativa, imaginación y creatividad.*

CD61. Reconoce en los lenguajes artísticos, formas de interpretar, entender y dar respuesta a la realidad en la que vive.

CD62. Reconoce las interacciones que se producen entre los diferentes lenguajes artísticos que pueden convivir en una producción, como elementos que favorecen la comunicación y enriquecen la creación.

CD63. Identifica en manifestaciones y producciones artísticas, los recursos de los lenguajes que intervienen en ellas, y valora su repercusión sobre el mensaje.

CD64. Elabora producciones artísticas haciendo uso razonado de un amplio espectro de recursos de acuerdo a sus intereses expresivos y comunicativos.

CD65. Plantea alternativas personales a las propuestas de trabajo, a través de la creación y la reflexión artística.

CD66. Integra más de un lenguaje artístico en sus producciones, de acuerdo a sus necesidades de expresión y de comunicación.

- 
- CD67. Interpreta críticamente los significados de las producciones artísticas y culturales, considerando la intencionalidad y el contexto en el que se han producido.
- CD68. Identifica y compara características de distintos modos de manifestación artística.
- CD69. Reconoce variaciones en las funciones y usos de las propuestas artísticas y las interpreta como algo cambiante a lo largo de la historia y de las culturas.
- CD610. Reconoce la variedad existente de expresiones y manifestaciones de la cultura y del arte, y la interpreta como un factor de riqueza.
- CD611. Valora las manifestaciones artísticas y culturales como parte integrante del patrimonio de las diferentes culturas.
- CD612. Entiende las obras y las manifestaciones artísticas y culturales como productos en constante cambio.

**CD7. Competencia motriz.**

*Afrontar de forma autónoma, crítica, creativa y expresiva las diversas situaciones del ámbito motor relacionadas consigo mismo y con los demás, así como con el entorno físico y cultural, integrando los conocimientos, los procedimientos y las actitudes que contribuyen al desarrollo del comportamiento motor, para adquirir los hábitos de la práctica de actividades físicas y deportivas que ayuden a la consecución del bienestar corporal, psicológico y emocional mediante un estilo de vida saludable.*

- CD71. Desarrolla sus capacidades y habilidades motrices para un comportamiento motor autónomo.
- CD72. Planifica y desarrolla programas sencillos para la mejora de su condición física.
- CD73. Practica con regularidad actividades físicas, lúdicas y expresivas, así como deportes y utiliza los recursos aprendidos y las estrategias adecuadas.
- CD74. Enriquece su comportamiento motor a través de la práctica de juegos, danzas y deportes vascos y de otras culturas, refuerza los valores culturales propios y valora la interculturalidad e intraculturalidad.
- CD75. Utiliza el cuerpo de forma espontánea o intencionada y expresa creatividad, afecto y emociones diversas.

CD76. Integra de forma consciente las diferentes expresiones de la actividad física en la rutina diaria como parte fundamental de la salud y de una vida equilibrada.

CD77. Planifica y desarrolla actividades físicas para un ocio saludable dentro del medio natural y urbano.





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**TESIS DOCTORAL**

**METODOLOGÍA PARA INTEGRAR EL DISEÑO EN UN  
PROCESO CURRICULAR STEAM A TRAVÉS DEL USO  
DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS CREATIVAS**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

**Doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales**

**VALENCIA, Julio 2019**





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**  
**Doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales**

**VALENCIA, Julio 2019**