

# Propuesta de integración del Design Thinking en la asignatura Design of Structural Systems

Ernesto Juliá Sanchis<sup>a</sup>, Irene Martín-Rubio<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universitat Politècnica de València (erjusan@mes.upv.es), <sup>b</sup>Universidad Politécnica de Madrid (irene.mrubio@upm.es).

## Cduatcev'

Vj g"qdlgevkg" qh'vj g"rt gupv'y qtm'ku"vq"rtqrqug"vj g"crnkckvqp"qh'vj g"F guki p"Vj kpnkpi "F V+  
o gvj qf qnqi { "kp"vj g"eqwtug"qh'F guki p"qh'Ut wewtcn'Ufango u"kp"y j kcj "f Htgt gpv'vgej kpi /ngctpkpi "  
ut cvgi kgu'ctg"dgkpi "ko rigo gpvf O'K'ku"cp"crnkcf "umdlgev"vq"fg guki p"cpf "vgw'f Htgt gpv'kp'wmt kn'  
rt qf weu'df "ngctpkpi "c"pwo gt kecn'uko wrcvqp"uqhy ct g0Vj g"eqwtug"ku'vwi j v'kp"vj g"lqwt vj "{ gct"qh'  
vj g'f gi tgg"kp"Gpi kpggt kpi "kp"kp'wmt kn'F guki p"cpf "Rt qf wev'F gxrqr o gpv0Vj g'o clp"o gvj qf qnqi { "  
wugf "ku"Rt qdigo /Dcuqf "Ngctpkpi "RDN+"drgpf gf "y kj "vj g"gzr gt kgepg"qh'vgej kpi "vj g"umdlgev"  
vj tqwi j "vj g"Gpi rkuj "rcpi wci g"Gpi rkuj "cu'O gf kw "qh'kp'wmt wevqp."GO K'vq"rt qo qvg"vj g'ngctpkpi "qh'  
vgej pkecn' cpf "ur gekte" xqecdwrt {" qh' vj g" Gpi kpggt kpi " kp" kp'wmt kn' F guki p" cpf " Rt qf wev'  
F gxrqr o gpv0K'cf f kkpq."vj g'Hkr r gf "Er:uut qqo "o gvj qf qnqi { "j cu'cuq"dggp"kpvgi tcvgf "cpf "ku"  
dgi kppkpi "vq"dg"crnkcf O'Vj g"eqo dkpckvqp"qh'vj g"fg Htgt gpv'ut cvgi kgu"j cu"dggp" c"ucvktcvxt {" "  
gzr gt kgepg"lqt "vj g"uwf gpv'cpf "pqy "k'ku"rt qr qugf "vq"kpvgi tcvg"vj g"ug"o gvj qf qnqi kgu'kp"vj g"F guki p"  
Vj kpnkpi 'rj kquqrj {0

Mgfy qtfu<Rt qdigo 'Dcuqf 'Ngctpkpi "RDN+"GO K'Hkr r gf 'Er:uut qqo . 'F guki p'Vj kpnkpi "F V+0'

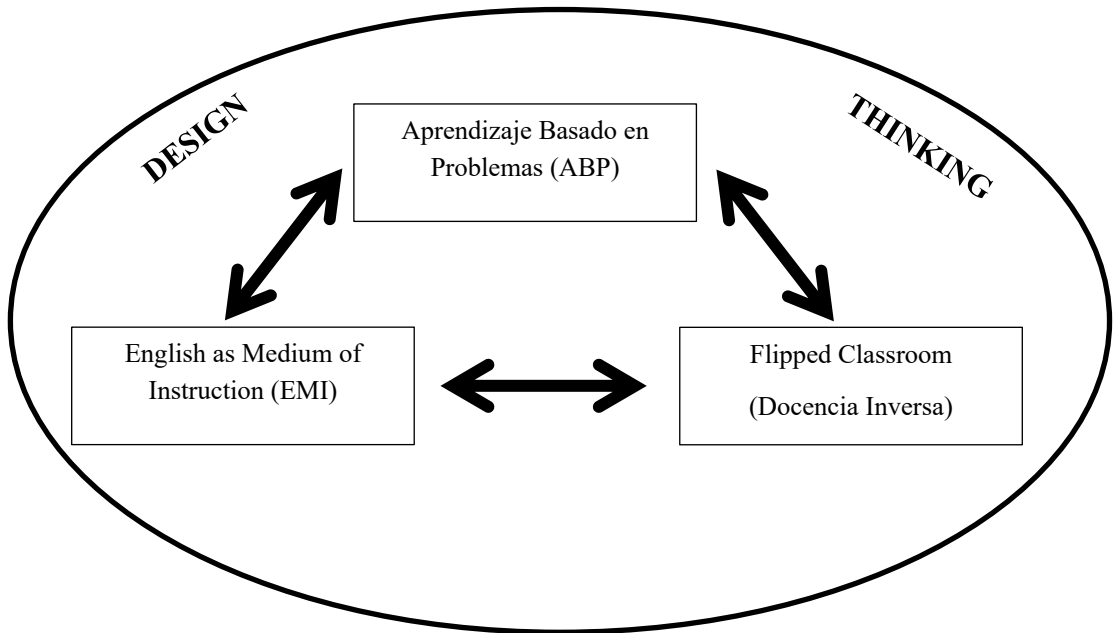
## Tguwo gp''

Gn'qdlgevkg" f gn'rt gupv"vcdclq"gu"rtqrqpgt "rc"crnkckvqp"fg"rc"o gvj qf qnqi "F guki p"Vj kpnkpi "  
F V+ "gp"rc"culi pcwct "F guki p"qh' Ut wewtcn'Ufango u"gp"rc"ewcn'ug"gu"p"crnkcpf q"fk kkpvcu"  
gut cvgi kcu" f g" gpug° cp/c/crt gpf k'clg0' Ug" vtcw" f g" wpc" culi pcwct " crnkcf c" cri' f kug° q" {" "  
eqo rt qdckvqp" gut wewt cn'f g" f Htgt gpvu"rt qf wevqu"kp'wmt kn'gu" c" rctvkt "f gn'crt gpf k'clg" f g" wp"  
uqhy ct g" f g" uko wrcvqp" pwo 2tkc0' Nc" culi pcwct " ug" ko rctvg" gp" ewctvq" ewtug" f gn' i tcf q" gp"  
kpi gpkgt "gp" F kug° q" kp'wmt kn' {" F guctt qmq" f g" Rt qf wevqu0Nc" rtkpekr cn'o gvj qf qnqi "wktk'cf c" gu"  
rc" f gn'crt gpf k'clg" Dcuqf q" gp" Rt qdigo cu" \*CDR+lwvq" eqp"rc"gzr gt kgepkc" f g" ko rctvkt "rc"culi pcwct "  
gp"ngpi we" kpi nguc" \*Gpi rkuj "cu"O gf kw "qh'kp'wmt wevqp."GO K'rctc"hcxqt gegt" gn'crt gpf k'clg" f g"  
xqecdwrt kq"v2 epkeq" {" "gur ge'fkeq" f gn'I tcf q" gp" kpi gpkgt "gp" F kug° q" kp'wmt kn' {" "F guctt qmq" f g"  
Rt qf wevqu0Cf go "u" f guf g"j ceg"wpqu" c° qu'vco dkz"p'ug"j c"kpvgi tcf q"rc"o gvj qf qnqi "f g" F qegpekc"  
kpxgtuc. "s wg"ug"gu" "eqo gp/cpf q" c" crnkct0' Nc" eqo dkpckvqp" f g"rc"u" f Htgt gpvu" gut cvgi kcu" j c"  
t guwxf q" wpc"gzr gt kgepkc"ucvktcvxt k" rctc"nqu"guwfkcpvgu" {" "cj qtc"ug"rt qr qpg"kpvgi tct" guwcu"  
o gvj qf qnqi "F u"gp"rc" Hkquqlh' f g" F guki p'Vj kpnkpi 0'

Rcndtcu' enxg<' Crt gpf k'clg" Dcuqf q" gp" Rt qdigo cu" \*CDR+"GO K' F qegpekc" kpxgtuc. " F guki p"  
Vj kpnkpi "F V+0'

## Introducción

La asignatura Design of Structural Systems es una asignatura optativa en cuarto curso del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Se trata de una asignatura aplicada a la comprobación estructural de cualquier tipo de producto industrial utilizando herramientas de simulación numérica. En la asignatura objeto de estudio se trabaja en tres líneas fundamentales: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Inglés como medio de enseñanza (EMI, English as Medium of Instruction) y Docencia Inversa (Figura 1).



Hlí 03'Gut cvgi kcu'f g'gpug°cp|c/crt gpf k clg'gp'rc "cuki pcwt c'F guki p'qhl'Ut wewt cn'U'wgo u'

La propuesta es integrar el Design Thinking (DT) en esta asignatura como forma de trabajo de los futuros ingenieros diseñadores orientada a las necesidades de los usuarios (Brown, 2008). Algunos trabajos explican la aplicación de la metodología Design Thinking en asignaturas de enseñanza superior (De-Miguel-Molina, De-Miguel-Molina, Santamarina-Campos, & Segarra-Oña, 2019) permitiendo entender las ventajas de usar DT en la formación de los estudiantes en el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Cabe señalar que la integración de la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) con el pensamiento crítico se demuestra posible en trabajos como los desarrollados por (Olivares & Escorza, 2012) y (Quintero, Palet, & Olivares, 2017), favoreciendo aspectos como la autonomía, la participación y la comunicación.

Otro factor que favorece la integración de distintas metodologías de enseñanza-aprendizaje en la asignatura a la que se refiere este trabajo, es el hecho de aplicar la experiencia a único grupo con un máximo de veinticinco estudiantes. Está demostrado que la aplicación de estas estrategias es posible en grupos numerosos, pero aquí el tamaño reducido de grupo se menciona como una ventaja a la hora de plantear la integración de las tres metodologías indicadas en la Figura 1.

## 1. Objetivos

En el contexto de una colaboración multidisciplinar, se propone la inclusión de la metodología Design Thinking (DT) en la asignatura Design of Structural Systems con el objetivo de diseñar los productos orientados a las necesidades de los usuarios y su posterior comprobación estructural.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con la propuesta del DT son:

- Diseñar los productos enfocados al usuario.
- Mejorar y adaptar los diseños en función del cliente.
- Fundamentar el diseño en base a la información procedente de distintas fuentes.

## 2. Desarrollo de la innovación

Los estudiantes disponen inicialmente de la programación de las tareas semanales (Tabla 1).

Estas tareas se dividen en tres bloques principales:

- 1) Bloque inicial de revisión de conceptos previos.
- 2) Bloque de aprendizaje del software ANSYS.
- 3) Bloque de trabajo en un determinado producto (desarrollo de un proyecto).

*V c d r ' 3 0 R t q i t c o c e k p ' f g ' r e ' c u d i p c w t c "*

SEMANAS*	CONTENIDOS	BLOQUES
Semana 1	Presentación y Unidades 1 y 2	
Semana 2	Ejercicios de revisión y Unidad 3	Bloque 1: Relacionado con los conceptos previos.
Semana 3	Presentación de los ejercicios de revisión	
Semana 4	Examen y Unidad 4	
Semana 5	ANSYS: Aplicaciones LINK y BEAM	
Semana 6	ANSYS: Aplicaciones PIPE	
Semana 7	ANSYS: Aplicaciones PLANE y SHELL	Bloque 2: Aprendizaje del Software ANSYS
Semana 8	ANSYS: Aplicaciones SOLID	
Semana 9	ANSYS: Aplicaciones SOLID	
Semana 10	Introducción al ANSYS SpaceClaim	
Semanas 11-14	Inicio y Desarrollo del Proyecto de ANSYS	
Semana 15	ANSYS: Examen	Bloque 3: Desarrollo del Proyecto en ANSYS
Semana 16	ANSYS: Presentaciones de los Proyectos	

*, G u ' k o r q t w p v g ' u g ' c r e t ' s w g ' g p ' e c f c ' u g o c p c ' u g ' k o r c t v g p ' e w c v t q ' j q t c u ' h g e v k x c u 0*



## 2.1. Bloque 1: Tarea inicial – Docencia Inversa”

El bloque inicial está relacionado principalmente con la consolidación de algunos conocimientos previos que se requieren para el desarrollo de los contenidos principales del curso. Este bloque se trabaja con una serie de videos y cuestionarios que consolidan esos requisitos para cursar la asignatura.

La Figura 2 muestra la relación de videos que los estudiantes han de visualizar en casa, así como los correspondientes cuestionarios para resolver y entregar.

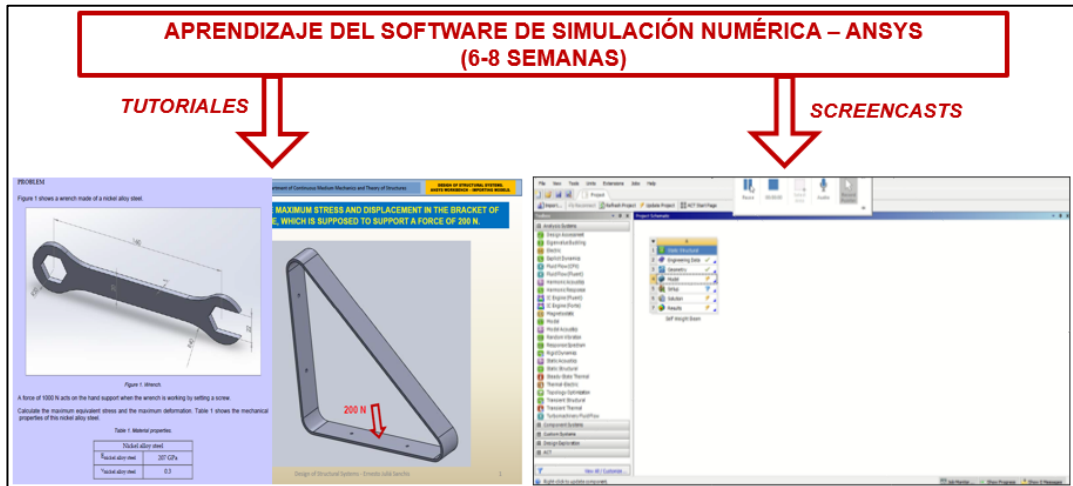


*Hli'04'X'lf'g'qu'l'w'eg'ink'ap'ct'k'qu'r'c't'e'ep'qu'rk'f'c't'h'qu'e'q'p'eg'r'v'qu'r't'g'x'k'qu'h'p'g'e'g'uct'k'qu'0'*

Es en esta parte inicial del curso donde la metodología básicamente utilizada es la Docencia Inversa.

## 2.2. Bloque 2: Aprendizaje del software ANSYS

El aprendizaje del software ANSYS, que es un programa basado en el método de los elementos finitos para la comprobación estructural de los productos diseñados, es el bloque principal del curso (Figura 3), con una duración de entre seis y ocho semanas.



*Hli'05'V'w'w'qt'k'ng'u'l'U't'g'g'p'ec'ua'r'c't'e'g'ri'c'rt'g'p'f'k'c'l'g'f'g'li'q'hy'c't'g'CP'U'U'*

La metodología básicamente utilizada en esta parte del curso es el seguimiento de una serie de tutoriales que han sido desarrollados expresamente para realizar ejemplos prácticos con dicho software.

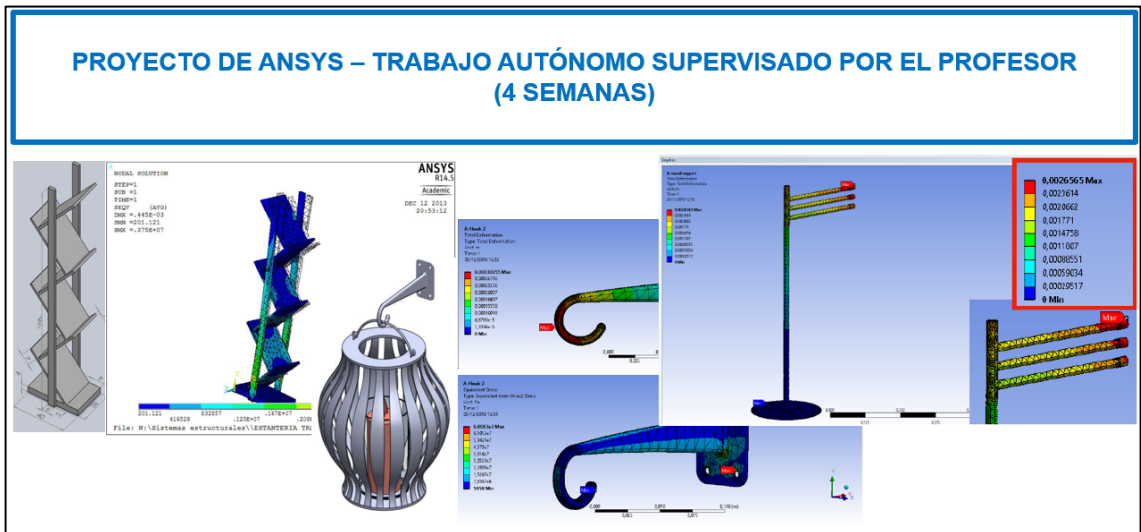
A su vez, estos tutoriales se complementan con una serie de screencasts que también se han preparado expresamente y que tienen como función principal la de aclarar y completar los contenidos de los tutoriales.

### 2.3. Bloque 3: Desarrollo de un proyecto en ANSYS

En esta última parte del curso los estudiantes trabajan en el desarrollo de un proyecto en el que diseñan un determinado producto para su comprobación estructural con el software ANSYS.

Este tercer bloque supone entre tres y cuatro semanas en las que los estudiantes trabajan de forma autónoma y la labor del profesor se centra en realizar un seguimiento del trabajo en el aula así como ir resolviendo las diferentes dificultades que van surgiendo.

Esta parte del curso finaliza con la presentación de los trabajos realizados al resto del grupo. En la Figura 4 se muestran algunos ejemplos de proyectos desarrollados por los estudiantes.



Hk 06 'G l g o r n q u f g ' r t q { g e v q u f g u c t t q m c f q u ' r q t ' h q u ' g u w f k c p v g u 0

### 2.4. Propuesta de aplicación del Design Thinking

Los estudios sobre DT (“Transform. Constr. Learn. into Action Des. Think. Educ.,” 2012), nos muestran que éste consiste en seis fases:

- 1) Observar y entender el problema.
- 2) Sintetizar la información.
- 3) Generar ideas para la solución.
- 4) Experimentar con las mejores ideas.
- 5) Probar la solución propuesta.
- 6) Feedback para modificar y mejorar la solución.

Esta secuencia utilizada por el DT resulta perfectamente aplicable al desarrollo del proyecto que los estudiantes han de realizar en la asignatura. En este caso, la experimentación consiste en la simulación numérica de las ideas generadas para el producto propuesto para una determinada aplicación (Tabla 2).

Tabla 2. Fases del DT y su relación con la asignatura Design of Structural Systems.

<b>FASES DESIGN THINKING</b>	<b>RELACIÓN CON LA ASIGNATURA</b>
Observación y entendimiento del problema	Selección del producto para el usuario
Síntesis de la información	Búsqueda de información
Generación de ideas	Generación de soluciones diversas
Experimentación	Simulación numérica y valoración de la mejor solución
Prueba de la solución	Resultados (tensiones y desplazamientos)
Feedback	Optimización / Propuestas de mejora / Reflexión sobre todo el proceso

El proceso de diseño es iterativo, y en cualquier etapa puede reconsiderarse (Rubio, Ruiz, & de la Fuente, 2016).

El siguiente aspecto será valorar la creatividad, lo cual se hará siguiendo la línea de Ann et al. (An, Song, & Carr, 2016):

- a) Valoración del pensamiento creativo divergente. Se trata de observar y registrar, tanto a nivel individual como grupal, las ideas generadas y su originalidad.
- b) Valoración del pensamiento creativo experto. Se plantea la valoración de la calidad de la resolución, originalidad y aplicación teórica más adecuada.

Nuestro reto se centra en aplicar el Design Thinking y evaluar la creatividad en la asignatura Design of Structural Systems.

### 3. Resultados

La aplicación de tres estrategias en la asignatura Design of Structural Systems está siendo una experiencia satisfactoria para los estudiantes. La Tabla 3 representa la relación entre las diferentes metodologías: ABP (Aprendizaje Basado en Problemas), EMI (English as Medium of Instruction) y DI (Docencia Inversa).

Tabla 3. Relación entre las diferentes metodologías

	<b>ABP</b>	<b>EMI</b>	<b>DI</b>
<b>ABP</b>		Bien	Excelente
<b>EMI</b>	Bien		En desarrollo
<b>DI</b>	Excelente	En desarrollo	

La metodología principalmente utilizada es ABP, la cual ha sido la base para aplicar otras metodologías complementarias. En el caso de la enseñanza en inglés (EMI), ésta supone la dificultad propia del aprendizaje y uso de una segunda lengua en un contexto en el que el estudiante está acostumbrado a utilizar su lengua materna. En cuanto a la implantación de la DI, ésta se está realizando de una forma progresiva y se observa que su encaje con ABP es excelente, pero se considera en desarrollo cuando se combina con EMI, ya que al hecho de realizar tareas no presenciales en clase, se suma la dificultad del idioma.

Por otra parte, al finalizar el curso, los estudiantes realizan un cuestionario con la finalidad de obtener un feedback por parte del profesor. El cuestionario se centra en los siguientes tres aspectos: contenido, metodología y evaluación.

A partir del cuestionario realizado en el presente curso académico, los estudiantes muestran en general su satisfacción con la estrategia aplicada en esta asignatura. Algunos estudiantes señalan que se profundice más en los contenidos del software, otros prefieren que no se realice el examen y la evaluación se base sólo en proyectos. La siguiente tabla 4 sintetiza las opiniones de los estudiantes:

*Vcdrv'60Tgwnxf qu'ewgnkqpkq0*

<b>Aspectos a valorar</b>	<b>Comentarios positivos</b>	<b>Comentarios negativos</b>
<b>Contenido</b>	El software es una herramienta útil para los estudios de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	Se requiere que se profundice más en las capacidades del software.
<b>Metodología enseñanza</b>	La mayor parte del tiempo es práctico (metodologías activas)	
<b>Evaluación</b>	Diferentes ítems de evaluación: observación, portafolio, prueba escrita, proyecto.	Se requiere que no haya prueba escrita.

## 4. Conclusiones

Con la experiencia desarrollada en la asignatura Design of Structural Systems, se demuestra que la aplicación de diversas estrategias activas de enseñanza resulta satisfactoria para el aprendizaje de los contenidos.

En este sentido, el siguiente reto es la integración de las tres metodologías (Aprendizaje Basado en Problemas, English as Medium of Instruction y Docencia Inversa) en la filosofía del Design Thinking.

La propuesta es, por tanto, intentar aplicar actividades creativas para desarrollar las competencias en los actuales planes de estudio (Henriksen, Richardson, & Mehta, 2017). Es importante evaluar la creatividad de nuestros estudiantes en el contexto de una asignatura de carácter tan marcadamente técnico. Para ello será necesario implementar y potenciar actividades como lecturas, análisis de casos, proyectos y problemas más complejos, gestión de soluciones (problemas aplicados) para que los estudiantes puedan trabajar y aplicar esa creatividad en otros ámbitos.

Además, uno de los puntos fuertes de esta experiencia es su relativamente fácil transferencia a otras asignaturas y titulaciones en las que se apuesta por la combinación de diferentes metodologías como las comentadas en este trabajo. Uno de los hechos que demuestra esta transferibilidad es la participación en proyectos de innovación educativa institucionales con esta propuesta, en los que intervienen distintas áreas de conocimiento y titulaciones.

Finalmente, se tendrá que dar un enfoque activo para que se puedan generar las soluciones pensando en el usuario. La metodología de “Design Thinking” (DT) ofrece flexibilidad y accesibilidad al educador en el desarrollo y evaluación de las competencias de los estudiantes.

## 5. Referencias

- An, D., Song, Y., & Carr, M. (2016). A comparison of two models of creativity: Divergent thinking and creative expert performance. *Rgtuqpcrkf'' cpf'' Kpf kxf wcn' Fllgt gpegu.* <https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.10.040>
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Jctxctf'' Dmukpgui'' Tgxky.* <https://doi.org/10.5749/minnesota/9780816698875.003.0002>
- De-Miguel-Molina, B., De-Miguel-Molina, M., Santamarina-Campos, V., & Segarra-Oña, M. (2019). *Crikecpf q'' Fguki p'' Vj kpnkpi'' gp'' wpc'' cuiki pcwt c'' fg'' HCFG.* <https://doi.org/10.4995/inred2019.2019.10527>
- Henriksen, D., Richardson, C., & Mehta, R. (2017). Design thinking: A creative approach to educational problems of practice. *Vj kpnkpi 'Uhnru'cpf 'Etgcvkxf.* <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.10.001>
- Olivares, S. L. O., & Escorza, Y. H. (2012). Desarrollo del pensamiento crítico en ambientes de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de educación superior. *Tgxknc'' Ogzkepc'' fg'' Kxguki cekqp'Gf wevkxc.*
- Quintero, V. L., Palet, J. E. A., & Olivares, S. L. O. (2017). Desarrollo del pensamiento crítico mediante la aplicación del aprendizaje basado en problemas. *Rukeqrqi kc'' Gueqr t'' g'' Gf wecekpcn* <https://doi.org/10.1590/2175-3539/2015/02111072>
- Rubio, I. M., Ruiz, J. A. L., & de la Fuente, D. A. (2016). Sinergia de los modelos de creatividad en “Design Thinking” en Ingeniería. *XKkY qtmj qr'' fg'' Nc'' Ugeek»p'' fg'' Fkt geek»p'' fg'' Qrgtcekppgu''* *Vgepqri 'f'fg'CEGF G''CEGF GF QV+*
- Transforming Constructivist Learning into Action: Design Thinking in education. (2012). *Vtcpuht o kpi'' Eqpiat wevkncw'Ngctpkpi 'kpvq'Ce vkqp <Fguki p'Vj kpnkpi 'kp'Gf wevkqp.*