





Enseñanza de la Física en la modalidad virtual. Experiencias en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo


José Antonio Aceituno^a, María E. Córdoba^b, Manuel Reyes Guzmán^c, Ricardo J. Morales de Jesús^d, Aurea Maisonet Rodríguez^e

^a Instituto Tecnológico de Santo Domingo, email: jose.aceituno@intec.edu.do, 

^b Instituto Tecnológico de Santo Domingo, email: maria.cordoba@intec.edu.do, 

^c Universidad de Puerto Rico, email: manuel.reyes3@upr.edu 

^d Universidad de Puerto Rico, email: ricardo.morales1@upr.edu 

^e Universidad de Puerto Rico, email: aurea.maisonet1@upr.edu 

How to cite: José Antonio Aceituno, María E. Córdoba, Manuel Reyes Guzmán, Ricardo J. Morales de Jesús y Aurea Maisonet Rodríguez 2023. Enseñanza de la Física en la modalidad virtual. Experiencias en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16522>

Abstract

This paper presents the results of an investigation carried out at the Instituto Tecnológico de Santo Domingo in collaboration with the University of Puerto Rico, based on the implementation of a Virtual Physics course on Newton's Mechanics. Results of standardized tests performed before and after the students approached the different topics in the virtual modality are included and compared with results of the face-to-face modality. Criteria from the users of the virtual course are taken into consideration, as well as proposals for changes to be made to improve subsequent versions. A proposal that arose from the points made was to incorporate virtual learning objects as triggers for the practically null motivation detected in the students. A transdisciplinary research team designed and tested a transdisciplinary Virtual Learning Object (OVAt) to evaluate whether it could overcome some of the difficulties detected in physical science students. For this purpose, a first OVAt was built with the topic of projectile motion. The results of the application of the designed OVAt are presented. Authentic evaluation instruments were constructed to weight the disciplinary execution, as well as to measure qualitative aspects.

Keywords: *Virtual physics, autonomous learning, interactivity, OVAt, transdisciplinary*

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo en colaboración con la Universidad de Puerto Rico, a partir de la implementación de un curso Virtual de Física Mecánica. Se incluyen resultados de pruebas estandarizadas realizadas antes y después de que los estudiantes aborden los diferentes temas en la modalidad virtual y se comparan con resultados de la modalidad presencial. Se tienen en consideración criterios de los usuarios del curso virtual, y

propuestas de cambios que deben hacerse para mejorar las versiones posteriores. Una propuesta que surgió a partir de los señalamientos realizados fue la de incorporar objetos virtuales de aprendizaje, como detonadores de la motivación prácticamente nula, que se detectó en los estudiantes. Un equipo de investigación transdisciplinaria diseñó y puso a prueba un objeto de aprendizaje virtual transdisciplinario (OVAt) para evaluar si lograba superar algunas de las dificultades detectadas en estudiantes de ciencias físicas. Para ello se construyó un primer OVAt con el tema de movimiento de proyectiles. Se presentan los resultados de la aplicación del OVAt diseñado. Se construyeron instrumentos de evaluación auténtica para ponderar la ejecución disciplinar, así como medir aspectos cualitativos.

palabras claves: Física virtual, aprendizaje autónomo, interactividad, OVAt, transdisciplinario.

1. Introducción

La integración del uso de las nuevas tecnologías a la enseñanza es una exigencia de la actualidad, y en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), se ha asumido este reto desde varias perspectivas. La que más peso tiene, en nuestro criterio, es el desarrollo de cursos virtuales colocados en el Aula Virtual del portal de INTEC.

El hecho de elaborar y colocar un curso virtual en el portal, no quiere decir que funcione como se pretende. Se debe ser cuidadoso en esto y hacer estudios continuos que permitan perfeccionar estos materiales digitales. En el caso que nos ocupa, el trabajo se centró en el curso de Física Virtual I.

Más del 50 por ciento de los estudiantes de INTEC que reciben Física Mecánica en sus carreras, no alcanzan el nivel de aprendizaje pretendido cuando toman la asignatura por primera vez, e incluso algunos cuando la toman en más de una ocasión. El interés en dar alternativas de solución a esta problemática llevó al cuestionamiento respecto a si esta situación podría mejorar aplicando una metodología virtual para el curso de Física Mecánica I.

Por lo tanto, en este trabajo se presenta la validación y posterior elaboración de una versión mejorada del Curso de Física Virtual I que se encuentra en el portal de INTEC, todo ello con interés de mejorar el aprendizaje de la Física en los estudiantes que terminan el bachillerato e ingresan a la universidad. En este curso se trabajan los temas de Cinemática, Dinámica y Leyes de Conservación de la Energía Mecánica, de la Cantidad de Movimiento Lineal y de la Cantidad de Movimiento Angular. Los niveles de aprendizaje de los estudiantes se miden usando pruebas estandarizadas y se manejan datos recogidos a partir de la aplicación de instrumentos diseñados con el fin de conocer los criterios referidos a los aciertos y desaciertos de este recurso, desde la perspectiva de los usuarios.

El curso de Física Virtual que existe es interactivo en su esencia, pues el estudiante recibe información a través de imágenes fijas, videos, animaciones con audio y texto plano. Es una propuesta que se ha extendido a otros contenidos de la Física y a todas las ciencias básicas y naturales.

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) en sus diversas aplicaciones han transformado la manera cotidiana de relacionarnos con el mundo e interactuar con nuestros pares. Asimismo, es una herramienta para cumplir con funciones académicas, más aún con la vertiginosidad de los tiempos que vivimos actualmente. Teniendo en consideración tanto el creciente uso de las TIC, así como la súbita y casi obligada migración a la educación a distancia en medio de una pandemia, y las carencias detectadas en el aprendizaje de la Física, tanto en la modalidad presencial como en la virtual, un grupo de investigación multidisciplinario, formado por profesionales de la Universidad de Puerto Rico (UPR), recinto Río Piedras y del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), se propuso el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje transdisciplinarios (OVAt), en respuesta a la necesidad de crear ambientes virtuales de aprendizaje que resulten motivadores para docentes y estudiantes en los cursos de ciencias físicas.

En el diseño de los OVAt, propuesto por este grupo de investigación, se aplican avances de la pedagogía contemporánea y se incorpora una modalidad original que consiste en la aplicación de un enfoque transdisciplinario. Uno de sus principales propósitos es despertar la motivación de docentes y estudiantes mediante la utilización de una metodología innovadora que aborda diversas dimensiones del saber con el fin de integrar conocimientos y epistemologías, para propiciar un aprendizaje no lineal. Para ello, desde el inicio de su aplicación se ofrecen actividades para desarrollar destrezas de investigación que empoderen al estudiantado en el aprendizaje autónomo.

En el trabajo se muestran resultados de la aplicación de la primera versión de un OVAt para la enseñanza de la Física a estudiantes del Instituto Tecnológico de Santo Domingo en República Dominicana. Estos resultados permiten observar que hay oportunidades de mejora del instrumento, y su aplicación, así como que logró despertar interés en la aplicación por parte de los docentes que participaron y en los grupos de estudiantes que lo utilizaron.

Hemos evidenciado que, la planificación organizada y concertada de ambientes virtuales, previene la improvisación a la que gran parte de la docencia ha sido expuesta ante la emergencia pandémica. Con el diseño y aplicación de OVAt, se propone el aprovechamiento de ambientes virtuales con enfoque transdisciplinario, por considerar que pueden ser un motor para que el estudiante descubra su propia motivación hacia la investigación, el aprendizaje de contenidos y su aplicación. Así también los docentes que participaron en la aplicación de la primera versión del OVAt mostraron gran interés en su utilización y propusieron aportes de mejora. Por otro lado, el desarrollo metodológico en la construcción de OVAt implica que pueda ser replicado en otras disciplinas, lo cual ofrece la oportunidad de gestionar un repositorio de acceso abierto a cualquier docente.

El pensamiento transdisciplinario en el proceso de diseño, creación, implementación y avalúo del OVAt fue el norte en todo el proceso, partiendo de la base de que los estilos de aprendizajes son diversos y al ofrecer un modelo con variedad de recursos, puede resultar más inclusivo para diferentes estilos. Además, se aseguró que en el proceder del grupo de investigación los participantes aportaran activamente desde su perspectiva y área particular de interés para lograr así un producto holístico.

En la evaluación del OVAt aplicado a estudiantes de física, tanto docentes como estudiantes comentaron como limitación para su aplicación permanente el que era indispensable contar con acceso a internet y recursos informáticos. Entre los docentes también expresaron preocupación en el uso de los OVA por falta de adecuada capacitación docente en el manejo de las TIC y herramientas educativas. Por su parte, los estudiantes indicaron como ventajas que el uso de los OVA les permite variedad de estilos de aprendizaje, trabajar al propio ritmo, propicia el aprendizaje colaborativo y significativo y facilita la comunicación con los profesores y entre pares. Los docentes indicaron como ventajas que facilita la búsqueda de contenidos existentes y que pueden ser reutilizables en diferentes contextos educativos, así como para diferentes estudiantes y cursos. También indicaron que estandariza contenidos para un uso extendido y que complementa, apoya o media el proceso de enseñanza.

En la construcción del OVAt resultó un verdadero reto hacer converger disciplinas tan diversas con el propósito de un aprendizaje integral, aunque con objetivos que se enmarcan en un currículo disciplinar. La experiencia de aprender jugando y creciendo juntos como equipo de colaboradores de diversas disciplinas y sus estudiantes, diseñadores, tecnólogos, bibliotecarios y expertos de

contenido, se mantuvo desde el inicio del proyecto como requisito indispensable. El OVAt **Proyectiles** probó su utilidad al nuclear como un producto transdisciplinario y práctico para promover la investigación y la creación a todos los niveles trabajados, tales como: diseño, creación, implementación, aplicación, avalúo y publicación.

2. Objetivos:

1. Comparar los resultados de aprendizaje obtenidos en un curso de Física Virtual respecto a los evidenciados en un curso de Física con modalidad presencial.
2. Evaluar si la aplicación del OVAt lanzamiento de proyectiles, tiene un impacto positivo en la motivación de los estudiantes para el estudio de la Física

3. Desarrollo de la innovación:

El desarrollo de las actividades docentes con el apoyo de diferentes recursos didácticos ha sido siempre un tema de preocupación académica. En la actualidad, la gran mayoría de los recursos didácticos están en soporte digital y poseen una interactividad tal que permite que los “usuarios” tengan autonomía en el aprendizaje. Los cursos virtuales que están disponibles en la plataforma de INTEC, no son una excepción. En el caso específico del curso de Física Mecánica se desarrolló una investigación con interés de comprobar su efectividad y compararla con resultados que se obtienen de esta misma materia impartida en la modalidad presencial.

En el trimestre agosto-octubre de 2018 en INTEC, se impartió el curso de Física Virtual I, y se realizaron pruebas de entrada y salida a los estudiantes matriculados en el tema de Cinemática, usando exámenes internacionales creados para estos fines (Beichner, R. J. "Testing student interpretation of kinematicsgraph" 1994. Am. J.Phys.Vol.62, No.8). Estas evaluaciones se hicieron en el momento en que los estudiantes iban a comenzar a estudiar el tema en cuestión y después de haber concluido dicho tema, como su nombre lo indica (entrada y salida). De la misma manera se evaluaron estudiantes que recibieron el tema en la modalidad presencial para hacer las comparaciones de lugar.

Con instrumentos de elaboración propia, se recogieron las opiniones de los estudiantes acerca del trabajo con el curso virtual, sus aciertos y desaciertos. El hecho de no encontrar diferencias significativas entre ambas modalidades nos aseguró que usando el curso virtual diseñado se lograban resultados similares en el aprendizaje de los estudiantes, en el tema investigado. Las carencias detectadas, se concentran fundamentalmente en la falta de motivación de los estudiantes, por considerar irrelevante el tema en estudio para su formación como profesionales, desde su punto de vista. Atendiendo a estos resultados se propuso desarrollar un objeto virtual de aprendizaje transdisciplinario (OVAt) que propicie que los estudiantes comprueben los beneficios del estudio de la cinemática y su relación con la vida que les rodea, en otras palabras, se pretende que el uso del OVAt los motive y les haga ver lo útil de estos contenidos para su formación.

Se diseñó un esquema de OVAt genérico, el cual se conceptualiza como un sistema de aprendizaje basado en estrategias de motivación, aprendizaje significativo, avalúo y producción de materiales de uso accesible. Su novedad consiste en la integración de diferentes epistemologías procedentes de la diversidad de profesiones de los investigadores que contribuyeron al diseño considerando las áreas de tecnología, información, psicología, educación, arte y física, favoreciendo a su vez las competencias de información e investigación. En el diseño se propuso el uso del criterio heurístico de lo estético como motivador extrínseco del aprendizaje de contenidos relevantes a las ciencias físicas, a nivel universitario. Se trata de una apuesta a la sensibilidad humana, a los estímulos sensoriales producidos por la imagen, el sonido y la interactividad en un ambiente estructurado de forma deliberada a través de tecnologías de información. El primer artículo realizado por este grupo recoge las experiencias iniciales en el diseño del patrón transdisciplinario y su aplicación en un prototipo en temas de física. (Aceituno, et al., 2020)

En esa ocasión el grupo transdisciplinario decidió aplicar el esquema de OVAt genérico al tema de movimiento de proyectiles para crear el primer prototipo de un OVAt funcional. El diseño del OVAt de movimiento de proyectiles intenta atender múltiples dimensiones ya que, aunque los contenidos están centrados en las ciencias físicas, incluye componentes psicológicos y sus múltiples dimensiones motivacionales, lo estético en cuanto a las dimensiones artístico plástico y teatral que aportan a espacios más ricos en posibilidades de exploración, esto al servicio de propósitos pedagógicos bien definidos en la disciplina de la física.

En sucinto, se trató de favorecer que el estudiante tenga una visión transdisciplinaria en constante construcción que sirviera de guía para acercarse a los temas complejos de la cinemática abordándolos desde diversos ángulos para desarrollar una mirada integral superadora de la fragmentación del conocimiento. Se consideraron los aspectos lúdicos, estéticos, organizacionales, informáticos, tecnológicos, conceptuales, matemáticos, gráficos, experimentales, simulados y aplicaciones a la vida real. Este material didáctico busca inspirar al profesor para que pueda estimular a sus estudiantes a hacer el mejor uso posible de las múltiples oportunidades pedagógicas contenidas en los elementos que forman parte de objeto virtual de aprendizaje transdisciplinario sobre movimiento de proyectiles.

En la segunda fase, con la experiencia ganada hasta el momento se comenzaron a construir los diversos elementos del OVAt siguiendo los lineamientos generales descritos anteriormente, incorporando algunos que, en nuestro criterio, aportan a una estructura más completa y transdisciplinar de este recurso. En el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), el OVAt Lanzamiento de proyectiles, se aplicó en el trimestre Mayo- Julio 2021. La muestra de estudio constó de 91 estudiantes divididos en dos secciones de clases de 40 cada una, pertenecientes a carreras de Ingenierías y una sección de 11 estudiantes que cursan la carrera de Licenciatura en Física Mención Educación. Cada una de las secciones tenía un profesor diferente.

El OVAt se colocó en la **Plataforma Galileo**, de la Universidad de Puerto Rico, recinto Río Piedras, y se les dio acceso a los profesores para que lo revisaran y se familiarizaran con él. Desde ese mismo proceso recibimos comentarios referentes a la organización y extensión del recurso. Inmediatamente se analizaron en el equipo de investigación y se llevaron a cabo los ajustes de acuerdo con las sugerencias recibidas hasta que quedó listo para su aplicación en los diferentes cursos de INTEC desde una plataforma académica con cuentas de usuario en UPR.

En una sección de estudiantes de ingenierías, el profesor lo presentó en el momento en que se acababa de discutir el tema de proyectiles en clases, y lo ofreció como una actividad con la que obtendrían puntos extras para la calificación final (3% del total de la asignatura), aclarando que no era obligatoria. Se otorgó un plazo de 15 días para realizarla. En la segunda sección de estudiantes de ingeniería, se realizó un proceso similar. Es importante destacar que en ambas secciones se les informó a los estudiantes, cuáles son las actividades dentro del OVAt que serían evaluadas, y que por ende serían las que les aportaría los puntos, el resto de las actividades, sólo les sirve de soporte para el desarrollo del recurso. Los elementos incluidos en la evaluación numérica por parte del profesor fueron un mapa de conceptos, las experiencias con el simulador y la aplicación al baloncesto.

Por otra parte, en la sección de estudiantes de Licenciatura en Física Mención Educación, el OVAt fue incluido como unas de las evaluaciones planificadas dentro del calendario de la asignatura y se le dio un peso del 3%. También fue desarrollada en el momento en que los estudiantes ya habían abordado el tema de proyectiles en clases y tuvieron 15 días para realizarla. En todos los casos, los resultados presentados por los estudiantes fueron evaluados a través de un informe que entregaron individualmente, y la puntuación se asignó en la medida que realizaban las diferentes actividades completamente y de manera correcta.

En cada una de las secciones se aplicó una encuesta anónima, con intención de medir el grado de satisfacción que tuvieron los estudiantes al desarrollar las actividades que componen el OVAt, incluyendo un espacio para que presentaran sugerencias de posibles cambios para la mejora del recurso. Los resultados de las evaluaciones y encuestas se presentan en forma gráfica y se discuten más adelante.

Es importante destacar, que del total de 80 estudiantes que podían hacer de manera opcional la actividad del OVA, con la que obtendrían puntos extras en su evaluación, la realizaron 35, mientras los que lo tenían como una actividad concebida dentro de su calendario de evaluaciones, la realizaron los 11 matriculados en esa sección. De manera que la muestra total con la que se trabaja es de 46 estudiantes.

En el trimestre febrero - abril 2023 se volvió a aplicar el OVA a estudiantes de INTEC, pero en esta ocasión de la carrera de medicina, los cuales no se pudieron incluir en la aplicación anterior. Se trabajaron con un total de 15 estudiantes y se aplicó en el momento que se estaba impartiendo cinemática en dos dimensiones, habiéndose discutido toda la teoría involucrada en el tema, pero sin haber realizado problemas prácticos de lanzamientos de proyectiles. Se incluyó como una actividad obligatoria y con un peso del 10% de la evaluación total del curso.

4. Resultados:

Los resultados de las pruebas de entrada y salida de los estudiantes en el tema de cinemática tanto en la modalidad virtual como presencial se graficaron de manera que en las ordenadas aparecen los porcentajes de respuestas correctas en cada momento.

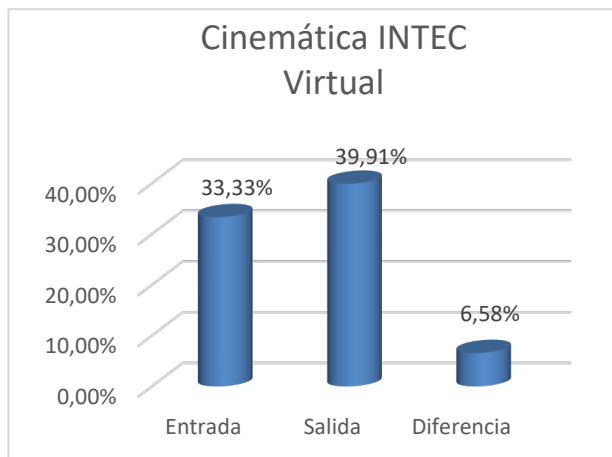


Gráfico 1. Resultados de las pruebas estandarizadas en la modalidad virtual

Se evidencia que hubo una mejora en el rendimiento de los estudiantes después de haber estudiado el tema usando el curso de Física Virtual I, aunque no es el crecimiento esperado, ya que solo se alcanzó un 39.91% de respuestas correctas en el examen de salida y realmente debe aspirarse a que el rendimiento esté cerca de un 80%.

En el caso de la modalidad presencial, se obtienen los siguientes resultados:

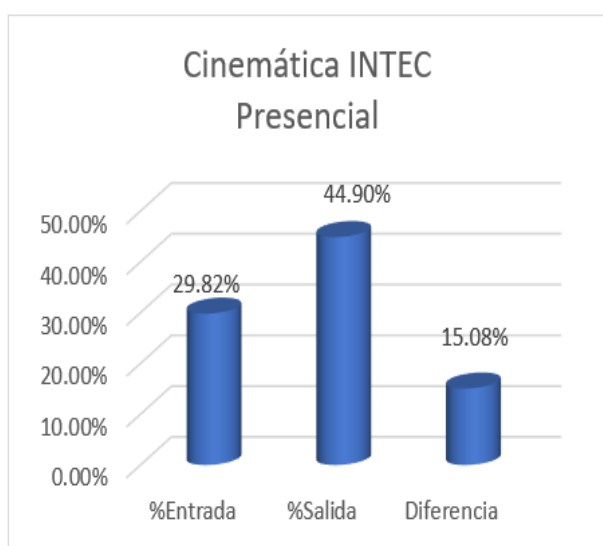


Gráfico 2. Resultados de las pruebas estandarizadas en la modalidad presencial

En esta gráfica podemos ver que los estudiantes que reciben la asignatura en la modalidad presencial, aunque tienen resultados positivos, no son los pretendidos, pues se logra solo un 49.9% de respuestas correctas.

Por lo tanto, si hacemos la comparación con los resultados que se obtuvieron con los estudiantes que cursaron la Física Virtual I, notamos que no hay diferencias significativas a considerar, por lo que podemos suponer que, hasta el momento, recibir la Física Mecánica en la modalidad virtual, produce resultados similares a los que se obtienen cuando los estudiantes reciben esta asignatura en la modalidad presencial.

Otro conjunto de resultados que resultan interesantes, son los que se obtuvieron al aplicar un instrumento que recopila criterios que permiten evaluar la nueva versión del curso de Física Virtual I.

El instrumento cuenta de 18 ítems, y se le orientó a los estudiantes que cada una de las afirmaciones del cuestionario describe características que debe poseer un curso virtual, deben marcar con una «X» la casilla correspondiente según la frecuencia o intensidad con la que se cumple esa afirmación en el curso virtual. Respondiendo de acuerdo con la siguiente escala:

1: Nada, 2: Muy poco, 3: Algo, 4: Bastante, 5: Mucho

Los resultados recogidos de aplicar el instrumento se grafican a continuación:

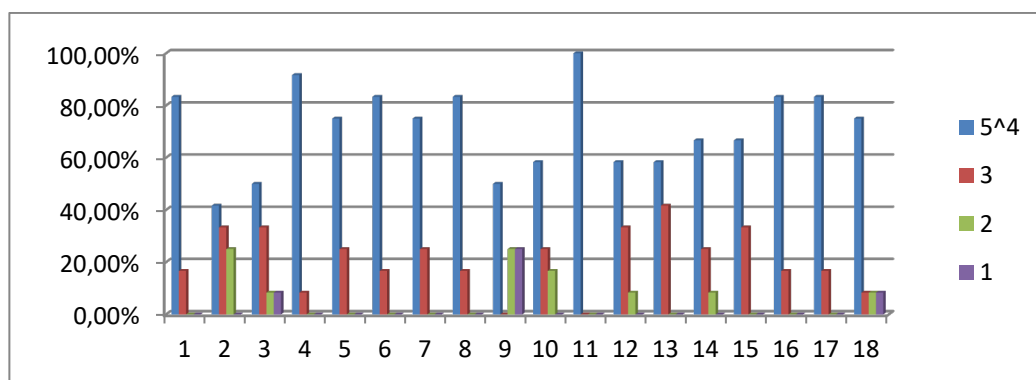


Gráfico 3. Resultados de la aplicación del instrumento para evaluar el curso de física virtual

El análisis de estos resultados nos lleva a detectar que más del 80% de los estudiantes evalúan muy bien (5 ó 4) el nivel de comprensión de los contenidos, el uso de la bibliografía recomendada, el hecho de visitar

al menos 2 veces por semana el Aula Virtual y la realización de las actividades asignadas. Sin embargo, reconocen que no utilizaron lo suficiente los medios de comunicación que ofrece el aula para canalizar sus dudas, y que no dedicaron tiempo suficiente al estudio. Estos son los ítems que se enfocan en lo que debe hacer el estudiante, que van desde el 1 al 10.

Los ítems del 11 al 18, son los que recogen criterios referidos al curso en cuestión. Estos datos nos llaman la atención sobre la buena evaluación que reciben:

- A través de los distintos medios que ofrece el curso se potencia el pensamiento divergente, la discusión y el debate: Los docentes estimulan al alumno a hacer preguntas, reflexionar y a buscar respuestas.
- La navegación del curso virtual es sencilla: facilita el desplazamiento y la localización de los recursos.
- Diseño del curso virtual se caracteriza por presentar una apariencia visual agradable, equilibrada (imagen-texto, calidad-tamaño de imágenes), ser dinámico e innovador y facilitar el estudio.

Esto pone en evidencia que ha habido una mejoría notable en la nueva versión del Curso Virtual, su estructura, su facilidad para navegar, así como en la manera que se presentan los contenidos. No obstante, más del 40% de los estudiantes evaluaron con nota regular:

- El curso virtual presenta exactitud y claridad de los contenidos: Los contenidos didácticos son precisos, fiables y objetivos, además de presentarse de forma comprensible.

Lo que nos pone en alerta acerca de la estructura didáctica del Curso. Por otro lado, vemos que un 25% de los participantes, aproximadamente, deja explicitado que no tomarían de nuevo un curso virtual. Son elementos que indican sobre qué direcciones debemos trabajar para que la próxima versión del curso de Física Virtual I supere las debilidades encontradas.

Para intentar aportar mejoras a este curso, y basándose en los resultados anteriores, se propone desarrollar el OVAt, entendido como una entidad transdisciplinaria en continua construcción, con un claro racional en cuanto a su norte educativo, con objetivos pensados en virtud de un proceso de exploración que fomente el desarrollo de nuevas destrezas de investigación tanto en el estudiantado como en los propios docentes involucrados en el proceso de creación y aplicación.

Las evaluaciones de desempeño que se le realizan a los estudiantes se sustentan en las calificaciones que reciben de un informe individual que entregan al docente. La máxima puntuación es de 3 puntos y se asignaron en la medida que realizaban las diferentes actividades completamente y de manera correcta. Debemos recordar que, en este caso, las actividades dentro del OVAt que aportaban puntos son:

- El mapa de conceptos
- Las actividades con el simulador
- La aplicación al baloncesto

Los datos recogidos fueron organizados en la *Tabla 1*, donde se agruparon los estudiantes por calificación obtenida, desde 0 hasta 3 puntos

Tabla 1. Calificaciones de los estudiantes que trabajaron con el OVAt en INTEC

Calificación	Estudiantes
0	1
0.5	1
1	10
1.5	3
2	8
2.5	3
3	20

Con estos datos se realiza el gráfico 4 donde se muestra la relación de las calificaciones con la cantidad de estudiantes que la obtuvieron.

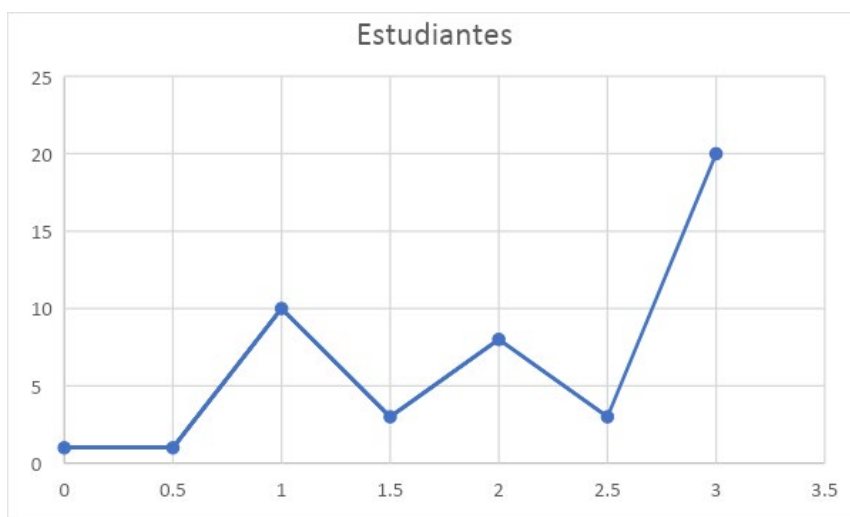


Gráfico 4. Cantidad de estudiantes por calificaciones

Como puede observarse en el Gráfico 4, los resultados de las evaluaciones son satisfactorios, teniendo en cuenta que un porcentaje considerable de los estudiantes recibe la máxima calificación, y cerca del 65 % recibe una buena calificación, considerada entre 2 y 3 puntos

Los estudiantes también tuvieron la oportunidad de evaluar su experiencia en cuanto al uso del OVAt a partir de una serie de cuestionarios de satisfacción conjuntamente con una evaluación de desempeño desde la perspectiva del profesor. A través de un instrumento de satisfacción sobre el uso del OVAt, se evaluó las percepciones de 38 estudiantes de INTEC que participaron en el estudio. Estos resultados se organizaron en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Resultados de la aplicación del cuestionario de satisfacción.

Todas las afirmaciones se refieren al OVAt		Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
1	Me agradó trabajar con esa metodología	11	18	6	3	0
2	Las tecnologías aplicadas son adecuadas en cuanto a complejidad de uso	8	26	3	1	0
3	Los materiales electrónicos son apropiados para el aprendizaje	16	17	3	0	0
4	Los materiales electrónicos son accesibles fácilmente	17	17	2	2	0
5	Tuve mucha motivación estudiando así	8	13	15	3	0
6	El orden y nivel de profundidad resultan inapropiados	1	8	13	16	2
7	La carga académica es apropiada	5	17	10	5	1
8	Los Audiovisuales son apropiados en términos de calidad	13	20	4	1	0

9	Las ilustraciones son apropiadas y captan la atención	21	1	0	0	0
10	Me resultó complicado esta forma de trabajo	0	11	8	15	4
11	Me pareció útil la actividad de línea del tiempo	8	19	10	1	0
12	La práctica matemática resulta muy complicada	1	5	16	12	4
13	Las explicaciones formuladas no se entiende el propósito	0	3	10	21	4
14	No recomendaría a mis amigos tomar un OVAt	0	0	12	15	11
15	Ayuda a ejercitar las competencias de información de forma adecuada	12	22	1	1	1
16	Las técnicas de evaluación no resultan ser las más apropiadas	1	6	15	14	3
17	Me gustaría tener nuevamente una experiencia con un OVAt	9	14	11	4	0
18	Logré aprendizaje al trabajar con un OVAt	12	19	6	1	0

Para interpretar los resultados que se obtienen de la aplicación del instrumento para medir el nivel de satisfacción, se le asignó un puntaje numérico para cada una de las preguntas del cuestionario en escala Likert. El nivel de motivación se correlacionó con la satisfacción que expresaron tener por diversas partes del OVAt. Se estableció una escala tipo Likert donde el total de puntuación obtenido podía ser tan bajo como 18 y tan alto como 90. Si los estudiantes respondían todas las preguntas en el renglón de “muy alto”, el OVAt obtendría una puntuación de 90 y “muy bajo” tendría una puntuación de 18. En el caso que nos ocupa, la menor puntuación que recibió el OVAt fue de 55, y la máxima de 79, con un valor promedio de 65.

Se analizaron los resultados del instrumento utilizando las diferentes medidas de posición y se seleccionó el análisis por quintiles como el más representativo de la escala Likert utilizada. Se encontró que más del 75% de la población que utilizó el OVAT mostró un nivel alto o muy alto de satisfacción. Esto se correlaciona positivamente con las evaluaciones de los profesores sobre el desempeño de los estudiantes en la temática de proyectiles ofrecida como parte del curso.

Se utilizaron tres categorías para el análisis por quintiles y los resultados de la aplicación de estadísticos utilizando SPSS se muestran en las Tabla 3

Tabla 3. Motivación por escalas del instrumento (quintiles)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Media	6	22.2	23.1	23.1
	Alta	15	55.6	57.7	80.8
	Muy Alta	5	18.5	19.2	100.0
	Total	26	96.3	100.0	
Missing	System	1	3.7		
Total		27	100.0		

Presentamos un gráfico que muestra la motivación, organizados por quintiles a partir de la tabla 3



Gráfico 5. Motivación % por quintiles

La mayoría de los estudiantes que realizaron el OVAT, lo hicieron como una actividad extra a las evaluaciones que estaban programadas en el curso, notándose que los que tenían al OVAT como una actividad obligatoria dentro del curso, lo realizaron en su totalidad. En todos los casos se evidenció que sólo utilizan los recursos y realizan las actividades que serán evaluadas. Esto a pesar de que el OVAT se compone de varias partes que se complementan y permiten profundizar en los contenidos, a través de competencias de búsqueda y manejo de información científica y soporte en la solución de problemas. Una sola estudiante presentó el diario reflexivo que se invita a realizar, además de hacer una minuciosa búsqueda de información.

Las principales observaciones de las actividades que no fueron completadas están centradas en:

- Dificultades para manejar el TRACKER, a pesar de haberlo usado en otra asignatura y que en el propio OVAT se proporcionan enlaces a videos tutoriales
- No presentan los videos que se necesitan para su análisis con el TRACKER
- Gráficos realizados invirtiendo los valores que se plotean en los ejes coordenados.
- Faltó calcular algunos de los parámetros necesarios para llegar al resultado que se pide. (ejercicio incompleto)
- No realizan algunos de los incisos que forman parte de las actividades interactivas
- Cometan errores de cálculo.
- Dejan de colocar las unidades de medida

Por otro lado, cuando vemos los resultados que arroja el instrumento que intenta medir el Nivel de satisfacción del OVAT, encontramos que la gran mayoría de los criterios son favorables, afirmando que:

- Les agradó trabajar con esa metodología
- Las tecnologías aplicadas son adecuadas en cuanto a complejidad de uso
- Los materiales electrónicos son apropiados para el aprendizaje y de fácil acceso
- Los Audiovisuales son apropiados en términos de calidad
- Las ilustraciones son apropiadas y captan la atención
- Ayuda a ejercitar las competencias de información de forma adecuada
- Lograron aprendizaje al trabajar con un OVAT

Sin embargo, hay un gran grupo de criterios que cayeron en la categoría de “indecisos”, y que nos alertan sobre hacia dónde debemos enfocar las mejoras del OVAT. Estos planteamientos pueden resumirse en:

El orden y nivel de profundidad resultan inapropiados

- La carga académica no es apropiada
- La práctica matemática resulta muy complicada
- Las técnicas de evaluación no resultan ser las más apropiadas

Por otra parte, aunque algunos en los comentarios finales plasman que “no tengo nada que decir”, encontramos una gran mayoría que habla favorablemente del uso del OVAt, como, por ejemplo:

- Al principio estaba un poco perdida en cuanto al uso y manejo, pero luego comprendí al leer varias veces los mandatos. Los gráficos utilizados son muy buenos para el aprendizaje ya que visualmente se aprende mucho más. En general fue una buena experiencia.
- Me pareció algo fuera de lo usual, y aparte de hacer algo diferente siento que se aprendió más que en cualquiera otra tarea que haya tenido.
- Fue satisfactoria mi experiencia con OVAt. A pesar de ser la más compleja, la tercera fue mi favorita.
- Me gustó mucho trabajar con OVAt porque no solo aprendí y expandí mis conocimientos teóricos, sino que también pude apreciar su aplicación tanto en la elaboración de los ejercicios como en la vida cotidiana.
- Muy buena forma de practicar, en mi opinión me pareció divertida

En cuanto a los resultados de aplicar el OVAt en estudiantes de medicina, en el trimestre que inicia en febrero de 2023 en INTEC, se organizaron y graficaron relacionando la cantidad de estudiantes que alcanzaron las diferentes calificaciones en el intervalo de 0 a 10 puntos.

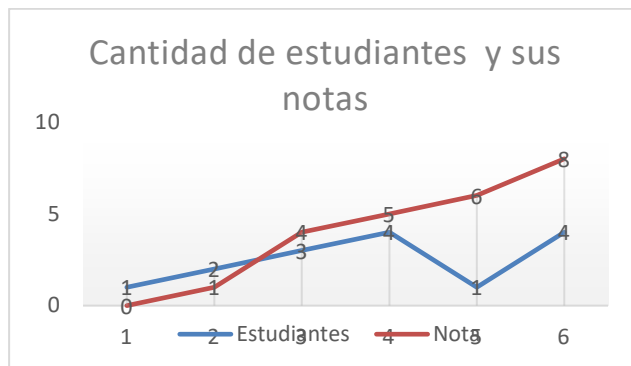


Gráfico 6. Estudiantes de medicina y notas alcanzadas

Como puede observarse en el Gráfico, 4 de los 15 estudiantes obtuvieron una calificación buena (8 puntos), sin embargo, el resto obtienen calificaciones por debajo del 70 % del total. Las principales dificultades encontradas en los informes entregados se pueden resumir en:

- No realizan los desarrollos analíticos que se piden en las tareas con el simulador.
- No realizan correctamente los gráficos que se piden en las tareas con el simulador.
- Dejan de responder algunas preguntas de las tareas con el simulador.
- Dificultades para trabajar con el TRACKER.

Este resultado nos lleva a indagar las posibles causas que lo provocaron, y se detecta que aunque el OVAt estuvo disponible por 7 días para trabajar en él, la mayoría de los estudiantes accedieron en los dos últimos días, por lo que muchos de los recursos que tenían disponibles para poder comprender la teoría que sustenta esta experiencia, así como el funcionamiento de los diferentes software, como el TRACKER, no pudieron consultarlos y en el mejor de los casos, no lo hicieron en profundidad.

Puede verse en la siguiente tabla, el momento en que cada estudiante accedió al OVAt, y la nota que alcanzaron:

Tabla 7. Acceso al OVAt por días disponibles y nota alcanzada.

Estudiantes	Vistas OVAt	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Nota (10)
Estudiante 1	4	x					x	x	4
Estudiante 2	5	x		x		x	x	x	5
Estudiante 3	4	x					x	x	6
Estudiante 4	1							x	0
Estudiante 5	4	x				x	x	x	1
Estudiante 6	3	x						x	8
Estudiante 7	2	x						x	8
Estudiante 8	5	x			x		x	x	5
Estudiante 9	4				x		x	x	5
Estudiante 10	3	x					x	x	4
Estudiante 11	3	x						x	5
Estudiante 12	4	x				x		x	4
Estudiante 13	4	x		x		x		x	8
Estudiante 14	3			x				x	8
Estudiante 15	3	x				x		x	1

Con observar estos resultados tabulados, nos percatamos de que no es una condición definitoria que se interactuara con el OVAt de manera regular para obtener buena calificación, pues dos de las mejores notas pertenecen a estudiantes que sólo interactuaron con el material en dos ocasiones, no obstante, podría ser un indicador para seguir, pues sabemos que no todos tienen la misma preparación previa y son sensibles a formas de aprendizaje diferentes. Sin embargo, una de las carencias que más se repitió en cada uno de los estudiantes, fue el no desarrollar los análisis algebraicos y los gráficos que se pedían, y en el caso de los 4 materiales de video disponibles con explicaciones importantes para poder hacer estos desarrollos que se piden, fueron visitados de manera muy escasa. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Visualización de los videos de apoyo referidos dentro del OVAt.

Materiales audiovisuales de apoyo	Visualizaciones
Obtención de las ecuaciones de cinemática	3
Proyectiles y ecuaciones	4
Problema resuelto 1	9
Problema resuelto 2	1

Nos inclinamos a pensar que hay una falta de interés por el desarrollo de las diferentes actividades y que la estrategia que siguen los estudiantes es simplemente ir cumpliendo las tareas asignadas y acumular puntos a como dé lugar, sin pensar si están desarrollando las competencias pretendidas

Conclusiones

En la primera parte de esta investigación, donde se evalúa el curso de Física Virtual, aunque se obtienen resultados similares a los de la modalidad presencial, los estudiantes emiten una serie de criterios que ponen de manifiesto que no están preparados para tomar los cursos totalmente virtuales, tienen una dependencia muy marcada con la enseñanza presencial. Y se puede concluir que el curso virtual que evaluamos está necesitado de cambios que lo haga más atractivo para los estudiantes y didácticamente más efectivo. Quizás

la inclusión de recursos para realizar asignaciones experimentales, como el OVAt, pueda ser una de las alternativas favorables para tener en cuenta.

Ya en la segunda parte, cuando aplicamos el OVAt, percibimos que los resultados de las evaluaciones fueron favorables, y que el OVAt Trayectoria de Proyectiles probó su utilidad al nuclear como un producto transdisciplinario y práctico para promover la investigación. No obstante, hay algunos elementos que deben ser trabajados, ya que las dificultades presentadas en la ejecución de algunas actividades como la graficación y el desarrollo analítico para encontrar diferentes variables, deben ser resueltas. Queda claro que, si la actividad que le pedimos al estudiante que realice, no le aporta puntos, entonces pierde el interés. Se debe trabajar para lograr una motivación enfocada a la aplicación de los contenidos, de manera que resulten significativos para el estudiante, pues los resultados que hemos obtenido en estas investigaciones ponen en evidencia que en la mayoría de ellos casos, los estudiantes buscan conseguir puntos en las asignaciones, sin prestar mucha atención a si aprenden o no.

Referencias.

Aceituno-Mederos, J.A., Córdoba, M.E., Acosta Hernández, M.E., Reyes-Guzmán, M. De J. y Morales De Jesús, R.J. (2020) Los Objetos virtuales de aprendizaje transdisciplinarios, como alternativa a la problemática enseñanza y aprendizaje de la física en la modalidad virtual. *Docentes* 2.0, 9(2). <https://doi.org/10.37843/rted.v9i2.155>

Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graph. *Am. J. Phys.* Vol.62, No.8

Castro, V. & Vega J. (2021). La motivación y su relación con el aprendizaje en la asignatura de física de tercero en bachillerato general unificado. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa* 2.0, 25(2), 322–348. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v25i2.1503>

Ceballos, O.; Mejía, L.; Botero, J. (2018) Importancia de la medición y evaluación de la usabilidad de un objeto virtual de aprendizaje. [s. l.], 2019. <https://search-ebshost-com.ez.intec.edu.do/login.aspx?direct=true&db=edsdia&AN=edsdia.ART0001353241&lang=es&site=eds-live>

Collazo, M. (2014) Factores que facilitan u obstaculizan el avalúo del aprendizaje en la educación general de las Instituciones de Educación Superior. (Spanish). *HETS Online Journal*, [s. l.], v. 4, p. 41–64, 2014. <https://search-ebshost-com.ez.intec.edu.do/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=108449475&lang=es&site=eds-live>

Flores-García, Chávez-Pierce, Luna-González, González-Quezada, González-Demoss, Hernández-Palacios. (2015) El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto. *Revista electrónica de la UACJ México* 24 (5)

<http://148.210.132.19/ojs/index.php/culcyt/article/view/415>

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5585727>

López Carlos. (2011). Transdisciplinariedad: método y política. *Tabula Rasa*, 15(15), 137–148. <https://doi.org/10.25058/20112742.101>

Martínez-Palmera, O.; Combata-Nino, H.; De-La-Hoz-Franco, E. (2018) Mediación de los Objetos Virtuales de Aprendizaje en el Desarrollo de Competencias Matemáticas en Estudiantes de Ingeniería. *Formación Universitaria*, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 63, 2018. DOI 10.4067/S0718-50062018000600063

Ministerio de Educación Nacional, aprendeonline.udea.edu.co, [En línea]. [consulta en, abril 6 de 2006]. Disponible en: https://aprendeonline.udea.edu.co/ova/?q=que_es_un_oa

Molina y Vedia, S. (2016, nov). Metodología del proyecto transdisciplinario “Las formas del cambio” V Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales (ELMeCS), Argentina.

Moreira, M. A. (2021). Predisposición para un aprendizaje significativo de la física: intencionalidad, motivación, interés, autoeficacia, autorregulación y aprendizaje personalizado. *Revista De Enseñanza De La Física*, 33(1), 141–146. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/33232>

Nieto Mesa, M.O. (2010). Importancia de los objetos de aprendizaje en la educación virtual. [Power Point Slides]. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/mnieto2009/importancia-de-los-objetos-de-aprendizaje-en-la-educacion-virtual>

Núñez, J. (2018) Enseñanza de la Física desde la perspectiva del aprendizaje significativo en estudiantes de ingenierías, *RIMCI*, vol. 5, n.º 10, pp. 71-81.

Subirats Camaraza, P. (2002) *Alegría a pesar de todo*. Décimo Quinta Lección Inaugural de la Facultad de Estudios Generales de la Universidad de Puerto Rico, recinto de Río Piedras, Proyecto Umbral. <http://umbral.uprrp.edu/seminarios/leccion-inagural/alegria-a-pesar-de-todo/>