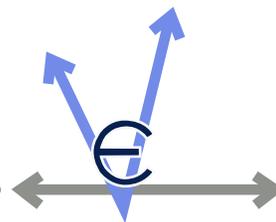


# VECTORES.educativos

## Revista de Ciencias de la Educación

www.vectoreseducativos.uanl.mx



---

Vol. 2 Núm. 3, enero-julio 2023 ISSN: En trámite

DOI:10.56375/ve3.2-30

Fecha de recepción: 16 de octubre de 2022

Fecha de aceptación: 25 de enero de 2023

Fecha de publicación: 29 de julio de 2023

---

Cómo citar este artículo

Sánchez, A. R., Quiroz, R. S., Zaldívar, R. J. (2023).  
Propuesta para el diseño de un Objeto para Aprender para la  
enseñanza de la física. *VECTORES.educativos*, 2 (3), 57-70.  
DOI:10.56375/ve3.2-30

# Propuesta para el diseño de un Objeto para Aprender para la enseñanza de la física

## Proposal for the design of a Learning Object for teaching physics

Rosario Sánchez Alemán  
ORCID:0000-0002-3034-4758  
Tecnológico de Monterrey

Samantha Quiroz Rivera  
ORCID:0000-0002-1332-8000  
Universidad Autónoma de Coahuila

José David Zaldívar Rojas  
ORCID:0000-0002-4274-0336  
Universidad Autónoma de Coahuila

### Resumen

Uno de los objetivos de la educación básica, consiste en el desarrollo de habilidades y conocimientos relacionados con las ciencias, específicamente las matemáticas, física, química y biología. Para estos fines, es innegable el aporte que la tecnología educativa ha tenido dentro de los procesos de enseñanza aprendizaje en el aula de clases. El movimiento educativo abierto iniciado hace más de una década, mostró la necesidad de diseñar y compartir materiales educativos gratuitos que estuvieran al alcance de los profesores y las profesoras y pudieran ser incorporados en sus planeaciones diarias. La presente investigación se centra en el diseño de un Recurso Educativo Abierto (REA) orientado a la enseñanza y aprendizaje de la física y las matemáticas con estudiantes de segundo año de secundaria. Específicamente el contenido disciplinar elegido fue La Primera Ley de Newton. Basada en una revisión de literatura exhaustiva en la que se estudiaron las características que debe poseer un REA, se diseñó un Objeto Para Aprender (OPA) siguiendo el proceso de la modelación matemática. Se construyó una secuencia didáctica implementada como OPA que fue sometida a una evaluación por expertos. Los resultados obtenidos se analizaron cuantitativa y cualitativamente a fin de mejorar la propuesta inicial, para posteriormente publicarla como REA. Se concluye que la construcción de un OPA implica un proceso exhaustivo que involucra conocimientos pedagógicos, didácticos, disciplinares y de programación.

**Palabras clave:** recursos educativos abiertos, objetos para aprender, modelación matemática, Primera Ley De Newton, educación secundaria

### Abstract

One of the objectives of basic education is the development of skills and knowledge related to science, specifically mathematics, physics, chemistry and biology. For these purposes, the contribution that educational technology has made to the teaching and learning processes in the classroom is undeniable. The open educational movement, which began more than a decade ago, showed the need to design and share free educational materials that were within the reach of teachers and could be incorporated into their daily planning. The present research focuses on the design of an Open Educational Resource (OER) oriented to the teaching and learning of physics and mathematics with high school sophomores. Specifically, the disciplinary content chosen was Newton's First Law. Based on an exhaustive literature review, studying the characteristics of OER, an Learning Object (LO) was designed following the process of mathematical modeling. A didactic sequence implemented as an LO was built and submitted to an expert evaluation. The results obtained from this evaluation were analyzed quantitatively and qualitatively to improve the initial proposal, and then published as OER. It is concluded that the construction of an LO implies an exhaustive process that involves pedagogical, didactic, disciplinary, and technical knowledge.

**Keywords:** open educational resources, learning objects, mathematical modelling, Newton's First Law, Junior High School

## Introducción

En México, la enseñanza de las ciencias ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones, en parte debido a los bajos resultados registrados en pruebas como Planea (Plan Nacional para la Evaluación de los aprendizajes) y PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos) (Márquez, 2017; Robledo 2021). Los resultados muestran que, en México, apenas el 5.1% de los alumnos de escuela secundaria poseen las habilidades necesarias para resolver problemas; mientras que la mayoría de la población evaluada (el 61.5%) se encuentra en el nivel mínimo de aprendizaje (INEE, 2018). De acuerdo con la OCDE (2015), los alumnos mexicanos de escuela secundaria alcanzan apenas 416 puntos en el área de ciencias y 408 en el área de matemáticas, estando muy por debajo del promedio mundial.

La educación básica debe inspirar y potenciar el interés y disfrute del estudio, iniciar a los estudiantes en la exploración y comprensión de las actividades científicas y tecnológicas, la construcción de nociones sobre cómo funciona la ciencia y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo (González, Gordillo, Islas, Nieto, Negrete, Quiroz y Ramírez, 2018).

Para lograr un buen aprendizaje de las ciencias se requiere la participación activa de los estudiantes, mediada por el docente. Éste último acompaña al estudiante, planteándole actividades de forma abierta, con situaciones concretas y de complejidad creciente a fin de introducir nuevas formas de ver y explicar un fenómeno (Asencio, 2017).

## Enseñanza de la física mediante la modelación matemática y el uso de tecnología

Una de las estrategias que busca el acercamiento de conceptos matemáticos con otros contextos y aplicaciones es la modelación matemática. La modelación matemática describe un proceso completo que consiste en llegar a un modelo matemático partiendo de un problema planteado en una situación real (Blum y Niss, 1991).

El proceso de modelación matemática busca que los estudiantes reconozcan a la matemática como una herramienta para la resolución de problemas provenientes de diversos contextos. Con ello, es favorecida la transversalidad de saberes, y un mejor entendimiento y comprensión de las aplicaciones de las ciencias y la relaciones entre ellas (Doerr, 2007).

Las habilidades que se promueven con el uso de la modelación matemática son: establecimiento de relación entre los conceptos aprendidos en la escuela y aplicaciones, organización de información, análisis de situaciones, apertura al intercambio de ideas, y sobre todo motivación en su proceso de aprendizaje (Rodríguez y Quiroz, 2016; Alsina, 2007; Aravena y Caamaño, 2009; Kaiser y Maab, 2007).

Si bien esta estrategia nace con la idea de promover el aprendizaje de contenidos matemáticos, investigaciones han mostrado ya su potencialidad para el desarrollo de conocimientos en otras áreas del saber. Entre ellas, el estudio de fenómenos físicos, químicos, biológicos o sociales (Rodríguez y Quiroz, 2016).

Ahora bien, el proceso de modelación se apoya generalmente de la incorporación de tecnología educativa. Esto favorece la comprensión de los problemas planteados, así como la superación de las dificultades que han sido reportadas en las diferentes etapas del ciclo y en el tránsito entre las mismas (Rodríguez y Quiroz, 2016). De hecho, la integración de tecnología suele surgir de manera natural dentro del proceso de modelación en la búsqueda de información y de validación de resultados (Trigueros, 2009).

De acuerdo con Barragán (2011) las TIC representan actualmente una fuerte influencia en los alumnos, específicamente en el desarrollo de formas de pensar, sentir y hacer las cosas, es decir, determinan su ritmo de desarrollo intelectual. Por ello, se considera necesario el diseño de nuevos ambientes de aprendizaje acordes con el estado del arte de las ciencias y las tecnologías actuales (Camargo y Galvis, 2009).

De acuerdo con Ulloa (2019), es primordial que la tecnología apoye el diseño de prácticas y colaboración entre docentes mediante el uso de Recursos Educativos Abiertos (REA). Los Recursos Educativos Abiertos se definen como “la provisión abierta, posibilitada por la tecnología, de recursos educativos para consulta, uso y adaptación por parte de una comunidad de usuarios para fines no comerciales” (UNESCO, 2002, p. 24).

Los REA incluyen varios objetos de aprendizaje, como material para conferencias, lecturas, simulaciones, experimentos y demostraciones, referencias de búsqueda para consultas, así como planes de estudio, currículos escolares y guías para los docentes (Wiley, 2006). En la presente investigación se centrará en un REA en particular: los Objetos para Aprender (OPA).

Ulloa y Ulloa (2013) definen un objeto para aprender como una entidad digital construida según un modelo de diseño instruccional sistemático, para usar, reutilizar o referenciar durante el aprendizaje apoyado en los aparatos tecnológicos digitales, para facilitar la generación de competencias en función de las necesidades de los alumnos. Señalan también que un OPA constituye una opción digital para propiciar el aprendizaje y diversas alternativas con el mismo fin, por lo que pueden entenderse como una versión digital de recursos didácticos.

Típicamente los OPA contienen al menos, un objetivo de aprendizaje, una unidad de aprendizaje de contenidos acotados y un medio de evaluación para identificar el logro del objetivo. Una función esencial de un OPA estriba en que incluya ambientes para que los estudiantes distingan o logren construir una o más representaciones acordes a las características de los objetos matemáticos involucrados (Ulloa, 2019).

La investigación se centra en el diseño de un REA para el aprendizaje de la física, en el contenido de las Leyes de Newton, un tema preponderante en la educación secundaria. El objetivo perseguido fue diseñar y publicar un OPA cuyo diseño esté basado en la estrategia de modelación matemática que involucre contextos de la física. El tema abordado fue “La primera Ley de Newton” conforme a lo estipulado por la SEP en el plan y programa de estudios de la asignatura de Ciencias II Física (SEP, 2017).

**Procedimientos metodológicos**

El estudio posee un enfoque descriptivo, por lo que se enmarca en un paradigma de investigación fenomenológico siguiendo una metodología cualitativa. Según Valenzuela y Flores (2012), este término hace referencia en su sentido más amplio a una investigación que produce resultados descriptivos, enfocada en el significado y la comprensión. Bajo este enfoque, se presenta un proceso inductivo en el que el investigador es el instrumento central para la recolección y el análisis de datos, no con el fin de comprobar o probar deductivamente una teoría, sino de construir conceptos, hipótesis o una teoría como tal.

Con el fin de obtener la información para lograr los objetivos de la investigación, se seleccionaron dos técnicas de recolección de datos características de la investigación cualitativa: el análisis de documentos y la entrevista. Para ello se diseñaron instrumentos que correspondían a cada una de las técnicas: una guía de entrevista y una rúbrica para el análisis de documentos.

El diseño de la investigación corresponde a la propuesta para el diseño de un Objeto para Aprender. Se propone el seguimiento de tres fases que implican a su vez 13 procedimientos que detallan el proceso, mismos que se describen en la Figura 1. Dicha metodología fue adaptada de Ulloa (2019). La adaptación se realizó tomando en cuenta las características particulares del contexto de aplicación, así como las necesidades y tiempos establecidos por la SEP (2017).

**Tabla 1.**

*Metodología para el diseño del OPA*

<b>Fase</b>	<b>Etapas</b>
1. Diseño y construcción del OPA.	Acotamiento de los contenidos disciplinares a incluir. Definición del sustento teórico y pedagógico, con respecto a los contenidos disciplinares. Bosquejo del proyecto y búsqueda de información en las diferentes fuentes. Diseño Instruccional referido a los contenidos disciplinares. Definición de programas, plataformas y medios que serán empleados. Diseño, escritura e implementación del material en el ambiente digital definido.
2. Evaluación por expertos.	Evaluación por los autores del OPA. Análisis del OPA por parte de profesores del tema, expertos y colegas. Procesamiento y análisis de la información obtenida en la etapa anterior. Revisión del OPA e incorporación de los resultados pertinentes de la etapa previa.
3. Reporte y difusión.	Elaboración de conclusiones. Escritura de metadatos y del reporte de investigación. Difusión de resultados y publicación del OPA en internet.



## Resultados

Los resultados se muestran a continuación siguiendo las fases presentadas en la tabla 1.

-Fase 1.Diseño y construcción del OPA.

En primera instancia, se acotó el contenido disciplinar que se deseaba abordar. Se realizó un análisis detallado de los temas de la asignatura de Ciencias II: Física. La elección del tema estuvo determinado por su nivel de importancia dentro del currículo, así por su nivel de dificultad de acuerdo con lo reportado por la investigación educativa.

Se decidió enfocar el OPA en el aprendizaje de las Leyes del Movimiento propuestas por Newton. De acuerdo con Ferreira y Rodríguez (2011), García (2016), Álvarez (2014) y Castro y Neira (2009) los alumnos presentan dificultades al momento de interpretar correctamente dichas leyes. Esto es debido a las concepciones arraigadas relativas a fenómenos dinámicos donde se estudia fuerza y velocidad (Barragán, 2011; Ferreira y Rodríguez, 2011). Al ahondar en el estudio de este tema desde la perspectiva conceptual y didáctica se percaró de la amplitud del mismo, por lo que se optó por trabajar únicamente con la Primera Ley de Newton. De acuerdo con Orozco (2016) la Primera Ley de Newton funge como base para las dos restantes.

Las leyes de Newton, en conjunto, describen lo que ocurre en la interacción entre los objetos, utilizando las ideas de fuerza, inercia y sus efectos sobre el movimiento, así como la acción que ocurre en los objetos que interactúan (Ver Figura 1). En pocas palabras, nos dan una explicación de cómo y de qué manera los objetos cambian su estado de movimiento o reposo (Flores y Gallegos, 2013; Lozano, 2013).

Posteriormente se continuó con la elección de la estrategia de enseñanza. Para esta investigación se optó por la modelación matemática como estrategia didáctica, atendiendo a las etapas señaladas por el ciclo propuesto por Rodríguez (2010). Además, se retomó a la teoría sociocultural propuesta por Lev Vigotsky como sustento teórico. En el marco de la teoría sociocultural, la tarea del docente es diseñar actividades significativas para promover el desarrollo individual y colectivo del estudiantado mediante el uso colaborativo de las formas de mediación para crear, obtener y comunicar información (Chaves, 2001).

En tercer lugar, se realizó un análisis de nueve libros de textos autorizados por la SEP en la asignatura de Ciencias II Física:

**Tabla 2.**

*Libros de texto para la asignatura de Física II analizados*

Libros analizados
Flores, F. y Gallegos, L. (2013). Ciencias 2 Física. Libro de recursos para el profesor. Santillana.
González, A., Lluís, H., y Pita, A. (2014). Ciencias 2: física. Correo del Maestro, México.
Reshetkóv, A. (2013). Ciencias 2: física. Limusa.
Díaz, D. P. y Urrutia, A. (2013). Ciencias 2 Física. Guía didáctica. Editorial Nuevo México.
Lozano, N. (2013). Ciencias 2. Física. Edición para el docente. Santillana.
Ibarra, A. y Torres, O. I. (2018). Física. Ciencias y Tecnología 2. Guía para docentes.Travesías. Ediciones Castillo.
Salvador, B. S. (2018). Física 2. Ediciones Castillo.
Medel, R. (2016). Ciencias 2. Física. Guía para el maestro. Fundamental Plus Secundaria. Ediciones Castillo.
Moreno, A. (2015). Ciencias 2. Física. Espiral del Saber. Editorial Santillana.

El análisis realizado de los libros muestra que los objetivos que se persiguen con el contenido de las Leyes de Newton son que el alumno: Interprete y aplique las Leyes de Newton como un conjunto de reglas para describir y predecir los efectos de las fuerzas implícitas en experimentos, situaciones cotidianas y escenarios más complicados.

De acuerdo a los libros, cada ley está relacionada con la anterior y debido, a su naturaleza, deben analizarse con el estudiante partiendo de las experiencias previas y comunes para posteriormente partir a escenarios más complejos. Se sugiere una discusión amplia de cada concepto a fin de resolver las inconsistencias en la comprensión del mismo que sufre el estudiante. Los libros mencionan que las relaciones entre la fuerza, la aceleración, la masa y la inercia no es obvia para los estudiantes, por lo que es necesario presentar ejemplos de la vida cotidiana. A pesar de ello, los libros se limitaban a mostrar situaciones aisladas con aplicaciones de este contenido físico, sin recurrir al uso de tecnología.

En cuarto lugar, se realizó el diseño instruccional del OPA. Las secciones diseñadas se describen a continuación:

**Tabla 3.**

*Secciones del OPA diseñado*

<b>Sección</b>	<b>Descripción</b>
Contenido	Se describen las secciones del OPA (Ver Figura 1)
Introducción	Se presenta la situación problema que enmarca el objeto de estudio (colisiones y la importancia del uso del cinturón de seguridad). (Ver Figura 1)
¿Colisiones?	Se propone la reflexión relacionada con la educación vial y la importancia de la promoción del uso de cinturón de seguridad.
Primera Sesión	La primera sesión tiene como objetivo la discusión de ideas mediante la presentación de una problemática, en la que se reflexione sobre que un cuerpo tiende a mantener su estado de reposo o movimiento a menos que alguna fuerza externa actúe sobre él. Esto introduce el concepto de inercia.
Segunda Sesión	Se espera que el alumno identifiquen a la fricción como una fuerza que retarda el movimiento de un cuerpo hasta regresarlo a su estado de equilibrio. Se hace especial énfasis en la influencia de la masa del objeto que se desea mover para poder hacer evidente la relaciónn masa – inercia.
Tercera Sesión	Se pretende unificar todo lo trabajado en los ejercicios anteriores, la inercia, la fricción y la relación masa inercia. Esto permite dar paso a introducir la Primera Ley de Newton.
Actividad Final	Busca cerrar el tema con la socialización del conocimiento. Se propone como cierre la realización de un tríptico, buscando la difusión de lo aprendido de manera contextualizada, con la intención de distribuir información científica, educativa y a la vez preventiva.
Conclusiones	Se dan las gracias por la realización del OPA.
Acerca del autor	Se presenta una pequeña semblanza de los autores del OPA.
Recomendaciones al docente	Se describen aspectos didácticos del OPA y sugerencias para su implementación dirigidas a docentes.



Figura 2. Sección de Contenido del OPA

Las secciones “Primera Sesión”, “Segunda Sesión” y “Tercera Sesión”, están compuestas a su vez por 10 actividades. En dichas actividades, se utilizan diversas herramientas tecnológicas como imágenes, videos, simulaciones o experimentos, que sirven para proponer preguntas reflexivas a los alumnos y con ello construir su aprendizaje. En la Tabla 4 se muestra la descripción de cada una de las actividades.

**Tabla 4**

*10 Actividades del OPA*

Actividad	Preguntas propuestas al alumno
Actividad 1	Se presenta un video relacionado con la importancia del uso del cinturón de seguridad, específicamente se muestra una actuación de una colisión. Posteriormente se pide contestar un cuestionario sobre el movimiento de los pasajeros durante el impacto. Se introduce el concepto de inercia. (Ver Figura 3)
Actividad 2	
Actividad 3	
Actividad 4.	Presentan al estudiante una o dos imágenes de apoyo previa al cuestionario a fin de servir de base para contestar el mismo. Se espera que el alumno identifique que los elementos involucrados ayudan al frenado de los coches. Se introduce el concepto de fuerza de fricción.
Actividad 5.	
Actividad 6.	Se pretende sean contestados con ayuda de dos diferentes simulaciones y un experimento presentadas al inicio de cada una de estas actividades. Se busca que el alumno identifique la relación masa – inercia.
Actividad 7.	
Actividad 8.	
Actividad 9.	Muestra al estudiante, inicialmente, un video que le servirá de base para contestar el cuestionario. Se pretende unificar todo lo trabajado en los ejercicios anteriores, la inercia, la fricción y la relación masa inercia.
Actividad 10.	Se encuentra dividida en 3 secciones, de las cuales sólo la primera muestra al estudiante una única pregunta. Una vez contestada, se presenta brevemente explicado el tema central del OPA: la Primera Ley de Newton; y como cierre se muestra una muy breve biografía de Isaac Newton (Ver Figura 4).



Figura 3. Actividad 1

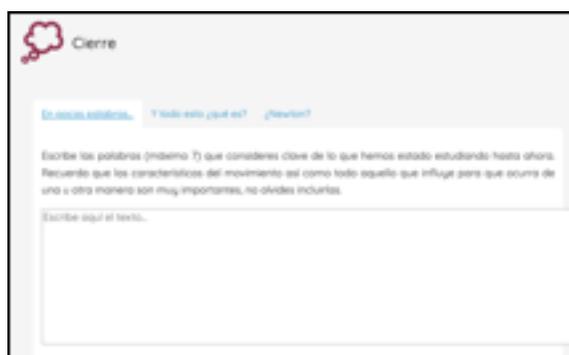


Figura 4. Actividad 10

El OPA ha sido diseñado para ser utilizado durante clases presenciales, por lo que se sugiere que los estudiantes trabajen en grupos de 3 o 4 personas, con motivo de dar lugar a la socialización del conocimiento (Chaves, 2001). El docente debe estar pendiente de ésta última a fin de realizar intervenciones oportunas, de preferencia al finalizar cada una de las actividades, con motivo de aterrizar las ideas de los estudiantes para que ellos mismos vayan construyendo su propio conocimiento.

Una vez definido el diseño didáctico, se procedió a realizar la programación del OPA. Para ello diseñó un sistema móvil (llamado OPAV1) que envía los datos capturados por especialistas y alumnos en el OPA a través de un formulario escrito en HTML5. El OPAV1 está construido bajo dos metodologías computacionales relevantes: la programación orientada a objetos y la computación móvil. Se generó una base de datos en la que se guardan todos los registros enviados por los usuarios del OPA.

Para el diseño de la interfaz del OPA, se decidió utilizar el software ExeLearning, que es un editor de recursos educativos interactivos gratuito y de código abierto que genera páginas web, SCORM o ePub compatibles con diversos dispositivos. Cuenta con diversas plantillas que te permiten incorporar en la plataforma diseñada diversos tipos de actividades, así como añadir textos, imágenes, vídeos, actividades interactivas, simuladores, archivos pdf y de otro tipo a fin de enriquecer el recurso educativo.

Fase 2. Evaluación por expertos.

Después de la realización del diseño didáctico y de programación del OPA, se llevó a cabo una evaluación del mismo. En un primer momento los mismos autores analizaron el cumplimiento de los objetivos bajo los que fue diseñado, así como su adecuación para la población a la que está dirigido.

En un segundo momento, el OPA fue enviado a un grupo de expertos para su evaluación. Losada y López (2003) mencionan que la evaluación de instrumentos a partir del juicio de expertos es uno de los criterios fundamentales más usados para el diseño y construcción de estos. El juicio de expertos está presente frecuentemente en estudios cualitativos y exploratorios (Hernández, Fernández y Baptista; 1998; Olivo, 2008).

Para la presente investigación, los expertos participantes fueron seleccionados con base a sus perfiles. Se seleccionaron y contactaron 9 expertos con las siguientes características: profesores del área de matemáticas y física con amplia experiencia tanto docente como en investigación sobre la didáctica de las matemáticas, la física y la incorporación de tecnología como herramienta didáctica. Adicionalmente, se procuró que los expertos tuvieran conocimientos sobre los REA y específicamente los OPA, así como de modelación matemática (Ver Tabla 5).

**Tabla 5.**

*Expertos y expertas que apoyaron la evaluación del OPA*

<b>Experto</b>	<b>Formación</b>
1	Doctor en Física de Materiales. SNI nivel II. Profesor de las asignaturas de Física
2	Doctor en Matemáticas. Profesor de diversas asignaturas en las carreras de Ingeniería Física y Matemáticas Aplicadas.
3	Doctor en Matemática Educativa. SIN nivel Candidato. Profesor de la Maestría en Matemática Educativa
4	Doctora en Óptica. SNI nivel Candidata. Profesora de las asignaturas de Física
5	Doctor en Innovación Educativa. SNI nivel I. Imparte cursos nivel posgrado, relacionados con Innovación tecnológica en la educación.
6	Doctor en Innovación Educativa. Experto en enseñanza de las ciencias, específicamente de las matemáticas para la ingeniería.
7	Doctora en Innovación Educativa. Profesora en el Departamento de Física.
8	Doctora en Innovación Educativa. Profesora en el Departamento de Física.
9	Maestra en Tecnología Educativa. Asesora Técnico Pedagógico (ATP) de Física en Secundaria en el Estado de México.

La rúbrica de evaluación incluyó un total de 32 indicadores divididos en dos aspectos centrales: el aspecto didáctico y el formato o técnica de enseñanza. La escala de evaluación consta de cinco puntos (Osterlind, 1989): Completamente en desacuerdo, En desacuerdo, Parcialmente de acuerdo, De acuerdo y Completamente de acuerdo. Los aspectos e indicadores evaluados mediante la rúbrica se muestran en el Anexo 1.

Los resultados muestran que los indicadores evaluados obtuvieron una calificación promedio superior a los 4 puntos, además la moda y mediana en todos ellos oscila entre los 4 y 5 puntos. Las sugerencias y modificaciones que los expertos realizaron fueron de tres tipos: orientados a modificaciones en redacción, cuestiones relativas al formato de las imágenes y referencias, así como se pedía la inclusión de las otras dos Leyes de Newton. Se puede concluir que la propuesta del OPA cumple con las características necesarias para ser utilizado como una herramienta didáctica dentro del salón de clases para enseñar la Primera Ley de Newton, garantizando su funcionalidad y el logro de los objetivos propuestos.

La versión inicial del OPA fue modificada y enriquecida en función de los comentarios y sugerencias que se obtuvieron en la evaluación realizada por conocedores del tema, dando lugar a la segunda versión del OPA.

### Fase 3. Reporte y difusión.

Una vez realizadas las modificaciones se inició con el proceso de publicación como REA. El OPA se encuentra publicado en la página web de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Coahuila, y se puede acceder a él mediante la liga [http://gauss.mate.uadec.mx/OPA\\_v2/](http://gauss.mate.uadec.mx/OPA_v2/).

## Discusión

La enseñanza de las ciencias es preponderante en la educación básica. Es primordial que la escuela realice esfuerzos para que los alumnos no solo dominen los conocimientos relacionados a ellas, sino también promuevan el desarrollo de competencias que permitan usarlos para resolver problemas en diversos contextos.

La presente investigación se centró en el estudio de las Leyes de Newton del Movimiento. En el trabajo contexte contenido, se propicia el entendimiento, análisis y predicción de situaciones donde los objetos cambian su estado de movimiento o reposo. Las aplicaciones de este contenido en la vida cotidiana son múltiples, por lo que es de suma importancia que los estudiantes desarrollen aprendizajes significativos.

Para ello, el estudio se centró en la construcción de una tecnología educativa que apoye el aprendizaje de contenidos científicos. Se concluye que el diseño de un OPA requiere un proceso largo y complicado y unas bases teóricas sólidas pues demandan un diseño instruccional sistemático. El diseñador debe conocer a fondo la herramienta que desea producir y dominar los contenidos que desea plasmar en ella. Así mismo debe poseer conocimientos sobre didáctica y pedagogía a fin de que el diseño instruccional sea eficiente y funcional orientado al logro de los objetivos planteados. Adicionalmente, es necesario tener conocimientos de programación y diseño de páginas web o aplicaciones. Esto concuerda con lo expresado por Ulloa (2019), quien muestra a detalle la conformación de OPAs relacionados con la asignatura de matemáticas.

Retomamos como un aspecto importante del diseño propuesto, la elección de la modelación matemática como estrategia que permitió la comunicación de saberes físicos con matemáticos, mediante el uso de contextos cercanos a la realidad de los alumnos. Esta estrategia acompañada de herramientas tecnológicas, como los REA, ha producido resultados positivos en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de todos los niveles escolares, según lo reportado en diversas investigaciones en el área de educación (Sánchez, 2021). Un aspecto importante a considerar para el diseño de la secuencia didáctica fue el aprendizaje sociocultural, ya que este potencializa el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Chaves, 2001).

Se considera que un aporte de la investigación consistió en la propuesta de tres fases para el diseño de OPAs, adaptada de la propuesta por Ulloa (2019). Esta puede ser seguida por docentes e investigadores preocupados por el diseño esta tecnología específica en el aula de clases. Se destaca el papel de la evaluación dentro del proceso de diseño. Esto con el fin de garantizar que cumpla con las características establecidas y, por ende, el logro de los objetivos deseados. Para esta evaluación el juicio de expertos es de gran ayuda, como ya se ha documentado en otras investigaciones (Olivo, 2008; Valenzuela y Flores, 2012).

Finalmente, hay que tener en cuenta que algunas de las características principales de los REA son su adaptabilidad a situaciones específicas, que se encuentran en constante revisión y que siempre pueden modificarse buscando la mejora continua. Es por ello que una vez desarrollada una primer propuesta de OPA es necesario seguir trabajando sobre ella para pulirla, adaptarla a diferentes situaciones o contextos y lograr ampliar los objetivos de este. De modo que, como parte adicional a la metodología propuesta en esta investigación para la construcción del OPA, se contempla en la proyección a futuro del proyecto una implementación del REA generado con grupos de estudiantes de segundo año de secundaria que cursen la asignatura de Física. Esto a fin de analizar la manera en que trabajan con el OPA, las dificultades que presenten, los objetivos que se alcancen, la construcción del conocimiento que realicen, entre otros aspectos que pudieran ser de utilidad para mejorar el OPA.

### Referencias

- Alsina, C. (2007). *Less chalk, less words, less symbols... more objects, more context, more actions*. Modelling Applications in Mathematics Education, The 14th ICMI Study., Vol 10, pp. 35–44. DOI: 10.1007/978-0-387-29822-1\_2
- Alvarez, H. G. (2014). *Software educativo para el aprendizaje de las leyes de movimiento de newton dirigido a estudiantes de educación media*. Mathesis, Universidad Pedagógica Nacional.
- Asencio, E. (2017). La educación científica: percepciones y retos actuales. *Revista Educación y Educadores*, 20(2), pp. 282-296.

- Aravena, M. D. y Caamaño, C. E. (2009). *Mathematical models in the secondary Chilean education*. Proceedings of the 11th International Congress on Mathematical Education: Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of Mathematics, TSG Vol. 21, pp. 159–176.
- Barragán, A. L. (2011). Un modelo de enseñanza neuropedagógico de las leyes de newton para la net gen. *Physics Education*, 5(2).pp. 122-129
- Blum, W. y Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects—state, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 22, Num 1, pp. 37–68. <https://doi.org/10.1007/BF00302716>
- Camargo, C. y Galvis, E. (2009). Software educativo como apoyo al curso de mecanica I en la Universidad Pedagógica Nacional. *Mathesis*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Castro, C. y Neira, J. (2009). Software educativo odin en cinemática. *Mathesis*, Universidad Pedagógica Nacional.
- Chaves, A. L. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. *Revista Educación*, 25(2):59–65.
- Dick, W., Carey, L. y Carey, J. (2009). *The systematic design of instruction*. Upper Saddle River.
- Doerr, H. (2007). What knowledge do teachers need for teaching mathematics through applications and modelling? *Modelling and applications in mathematics education*, pp. 69–78. DOI: 10.1007/978-0-387-29822-1\_5
- Ferreira, J. y Rodríguez, R. (2011). Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC. *Revista de Investigación*, 35(73). pp. 61-84.
- Flores, F. y Gallegos, L. (2013). *Ciencias 2 Física*. Libro de recursos para el profesor. Santillana.
- García, W. L. (2016). Diseño y construcción de un prototipo para el estudio de la caída de los cuerpos: medición de la aceleración de la gravedad, por medio de arduino. *Mathesis*, Universidad Pedagógica Nacional.

- INEE (2018). Instituto nacional para la evaluación de la educación. Disponible en <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/02/P2A336-secundaria2017.pdf>
- Kaiser, G. y Maab, K. (2007). Modelling in lower secondary mathematics classroom problems and opportunities. *Modelling and Applications in Mathematics Education, The 14th ICMI Study.*, pp. 99–108. DOI: 10.1007/978-0-387-29822-1\_8
- Losada, J. L. y López, R. (2003). *Métodos de investigación en ciencias humanas y sociales.* Thomsom, Madrid.
- Lozano, N. (2013). *Ciencias 2. Física. Edición para el docente. Integral.* Santillana.
- Márquez, A. (2017). A 15 años de PISA: resultados y polémicas. *Perfiles Educativos*, 39(156), Editorial.
- OCDE (2015). OCDE. Better policies for better lives. Skill surveys. Disponible en <https://www.oecd.org/about/47747755.pdf>
- Olivo, E. (2008). Significado de los intervalos de confianza para los estudiantes de ingeniería en México. Tesis doctoral, Universidad de Granada. Departamento de la didáctica de la matemática, Granada.
- Orozco, S. (2016). Sobre el concepto de leyes de la naturaleza en Isaac Newton. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 16(32). pp. 155-184.
- Osterlind, S. J. (1989). *Constructing test items.* Kluwer.
- Robledo, A. (2021). Análisis de praxeologías de modelación matemática en la resolución de problemas de la prueba Planea por docentes de educación secundaria. Tesis de maestría no publicada, Universidad Autónoma de Coahuila.
- Rodríguez, R. (2010). Aprendizaje y enseñanza de la modelación: el caso de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 13(4-1), 191–210.
- Rodríguez, R. y Quiroz, S. (2016). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, Vol. 19, Num. 1, pp. 99–124. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33544735005>

Sánchez, P. (2021). Diseño de una situación basada en modelación matemática en un contexto de ciencias en la escuela primaria. Tesis de maestría no publicada, Universidad Autónoma de Coahuila.

SEP (2017). Aprendizajes clave para la educación integral. Plan y programas de estudio. Secretaría de Educación Pública, México, primera edición.  
[https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes\\_clave\\_para\\_la\\_educacion\\_integral.pdf](https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes_clave_para_la_educacion_integral.pdf)

Trigueros, M. (2009). El uso de la modelación en la enseñanza de las matemáticas. *Innovación Educativa*, Vol. 9, Num. 46, pp. 75–87.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179414894008%25EF%25BF%25BD>

Ulloa, R. (2019). Investigaciones teórico prácticas sobre la modelación matemática en un mediotecnológico., volumen1, capítulo 13. Una forma de enseñanza y aprendizaje: objetos para aprender, pp. 273–291. AMIUTEM, México, primera edición.

Ulloa, R. y Ulloa, N. (2013). Elaboración de texto dinámico con estrategias de lengua extranjera para el aprendizaje del concepto de derivada. *Memorias del Seminario Nacional de Tecnología Computacional en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas 2013 “Dr. Edgar Gilberto Añorve Solano” y 10º SEMINARIO: Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas con Tecnología.*

UNESCO (2002). Forum on the impact of open courseware for higher education in developing countries. Final report. Documento de programa o de reunión, Paris.  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000128515>

Valenzuela, J. R. y Flores, M. (2012). *Fundamentos de investigación educativa.*, volumen 2. Tecnológico de Monterrey.

Wiley, D. (2006). Open education license draft, iterating toward openness.  
<https://opencontent.org/blog/archives/247>