

## DISEÑO, CREACIÓN, VALORACIÓN Y PILOTAJE DE UN CUENTO CIENTÍFICO EMPLEANDO LA INVESTIGACIÓN BASADA EN DISEÑO

### DESIGN, CREATION, EVALUATION AND PILOTING OF A SCIENTIFIC STORY USING THE DESIGN-BASED RESEARCH

### PROJETO, CRIAÇÃO, AVALIAÇÃO E PILOTAÇÃO DE UMA HISTÓRIA CIENTÍFICA USANDO A PESQUISA BASEADA EM DESIGN

Fabiola Escobar Moreno\* , José Gilberto Castrejón Mendoza\*\* ,  
Ricardo Marcos Vélez Martínez\*\*\* 

Escobar Moreno, F., Castrejón Mendoza, J. G. y Vélez Martínez, R. M. (2025). Diseño, creación, valoración y pilotaje de un cuento científico empleando Investigación Basada en Diseño. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 20(1), pp. 21-43. <https://doi.org/10.14483/23464712.21889>

#### Resumen

Disponer de guías sistemáticas para la elaboración de material didáctico es una necesidad para los docentes de ciencias. En este artículo se documenta la elaboración de un recurso educativo mediante la Investigación Basada en Diseño (IBD), que implicó la realización de las etapas: enfocar, comprender, entender, definir, concebir, construir y probar. Se diseñó metodológicamente un cuento científico enfocado en la primera ley de Newton. Se recurrió a la metodología mixta: por una parte, la cualitativa-descriptiva para demostrar las etapas de diseño; y, por otra parte, en lo relativo al enfoque cuantitativo se acudió a la estadística descriptiva e inferencial. El cuento científico creado fue evaluado, mediante una escala de valoración para cuentos, por doce jueces expertos que reconocieron el rigor científico, la función didáctica y la calidad artística y narrativa. El recurso educativo también se piloteó con un marco de muestreo de 259 individuos. Para ello se utilizó un instrumento de valoración donde los elementos esenciales son: claridad, interés, uso del lenguaje, personajes e influencia. En su mayoría, los individuos percibieron el cuento científico como entretenido, estimulante y reflexivo; aproximadamente el 70% manifestó que recomendaría su lectura.

**Palabras clave:** cuento científico, Investigación Basada en Diseño, leyes del movimiento de Newton.

Recibido: 16 de febrero de 2024; aprobado: 5 de marzo de 2025

\* Doctora en Ciencias en Física Educativa. CICATA, Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional. México. [fescobar@ipn.mx](mailto:fescobar@ipn.mx)

\*\* Doctor en Filosofía de la Ciencia. CICATA, Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional. México. [gcastrejon@ipn.mx](mailto:gcastrejon@ipn.mx)

\*\*\* Estudiante de la Maestría en Ciencias en Física Educativa. Grupo Centro Empresarial de Estudios Superiores. México. [richvem@gmail.com](mailto:richvem@gmail.com)

## **Abstract**

The availability of systematic guidelines for the development of teaching materials is a necessity for science teachers. This article documents the development of an educational resource through Design-Based Research (DBR), which involved the completion of the stages: focus, understand, understand, define, conceive, build and test. A scientific story focused on Newton's first law was methodologically designed. A mixed methodology was used: on the one hand, qualitative-descriptive to demonstrate the design stages; and, on the other hand, descriptive and inferential statistics was used for the quantitative approach. The scientific story created was evaluated, using a rating scale for stories, by twelve expert judges who recognized the scientific rigor, the didactic function and the artistic and narrative quality. The educational resource was also piloted with a sampling frame of 259 individuals. A rating instrument was used for this purpose, where the essential elements are: clarity, interest, use of language, characters and influence. Most individuals perceived the scientific story as entertaining, stimulating and thought-provoking; approximately 70% said they would recommend reading it.

**Keywords:** scientific story, Design-Based Research, laws of motion.

## **Resumo**

Ter guias sistemáticos para o desenvolvimento de materiais didáticos é uma necessidade para professores de ciências. Este artigo documenta o desenvolvimento de um recurso educacional utilizando Pesquisa Baseada em Design (DBR), que envolveu as seguintes etapas: focar, entender, definir, conceber, construir e testar. Uma história científica foi metodologicamente elaborada, com foco na primeira lei de Newton. Foi utilizada uma metodologia mista: por um lado, qualitativa-descritiva para demonstrar as etapas de projeto; e, por outro lado, quanto à abordagem quantitativa, utilizou-se a estatística descritiva e inferencial. A história científica criada foi avaliada usando uma escala de classificação de histórias por doze juízes especialistas que reconheceram seu rigor científico, função educacional e qualidade artística e narrativa. O recurso educacional também foi testado com uma amostra de 259 indivíduos. Para tanto, foi utilizado um instrumento de avaliação cujos elementos essenciais são: clareza, interesse, uso da linguagem, personalidade e influência. A maioria dos indivíduos percebeu a história científica como divertida, estimulante e reflexiva; Aproximadamente 70% disseram que recomendariam a leitura.

**Palavras chave:** história científica, Pesquisa Baseada em Design, leis do movimento.

## 1. Introducción

Países latinoamericanos como México enfrentan un reto importante ante el escenario de una población de 18 años o más, de la que el 28.1% manifiesta no tener interés, motivación o gusto por la lectura, según estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022). Leer es una habilidad lingüística fundamental ya que amplía la manera de pensar y permite la interpretación del discurso escrito. No obstante, los jóvenes mexicanos ocupan, según el *Programme for International Student Assessment*, uno de los últimos lugares en comprensión lectora (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, 2019). Si no hay motivación por leer y tampoco se comprende lo que se lee, entonces, los insumos para aprender tópicos como los científicos se vuelven escasos y el proceso de adquisición de conocimientos se hace más difícil.

En el proceso de lectura hay dos componentes inherentes: la percepción visual y la comprensión, la primera dado que la lectura implica un acto visual (mirar palabras), la segunda, puesto que la lectura es un acto cognitivo (comprender lo que se lee). Por un lado, Alberich *et al.* (2013) señalan que la percepción es un subsistema del sistema cognitivo; la visión en particular implica un tránsito del córtex visual primario al córtex de asociación visual, así como una difusión a otras partes del cerebro. De aquí toda la información que nos llega a través de la visión pasará al sistema límbico, un sistema de estructuras cerebrales que gobierna emociones y comportamiento (Medlineplus, 2023). Ahora bien, un cuento puede tener mayor audiencia, puede grabarse en formato audiolibro para ampliar el acceso e incluso imprimirse en alfabeto braille, por lo que resulta ser un mejor recurso para generar emociones, influir en el comportamiento de quien lo lee y atraer a más personas. Por otro lado, la comprensión se entiende como un elemento mediante el cual creamos significados (Acosta *et al.*, 2020), de aquí la importancia de recurrir al

acto de lectura, en la medida en que contribuye a que el lector genere construcciones perceptivas y cognitivas que le hagan sentido respecto al contenido leído.

De acuerdo con lo anterior, dado el contexto de la presente investigación, encontrar detonantes de interés por la ciencia y sobre todo de su comprensión, vinculada a conceptos abstractos, resulta en un reto docente relevante que implica la búsqueda de distintas vías y herramientas para lograrlo. Por lo tanto, la didáctica de la ciencia requiere de herramientas que apelen, por ejemplo, a la lectura y su desarrollo, al tiempo que genera interés y capacidad de comprensión de las áreas científicas en los estudiantes. Asimismo, se podría beneficiar su proceso educativo. En este sentido, una herramienta educativa para interesar, comprender y robustecer el conocimiento científico es el cuento.

Un cuento científico puede ser un recurso positivo y útil en el aula, siempre y cuando tenga propósitos didácticos específicos y focalice un tema científico. Se coincide con Bauer y Westfall (2011) en que las leyes del movimiento de Newton se emplean en contextos donde actúan diversos objetos, múltiples fuerzas y la fricción. La comprensión y aplicación de estas leyes para razonar diversos escenarios es una de las técnicas imprescindibles para la solución de problemas de Física. Así, por la utilidad y la pertinencia de las leyes del movimiento de Newton, se decidió que estas serían el tema para el cuento científico que aquí se aborda.

La utilización de un cuento científico como herramienta didáctica y de divulgación contribuye a poner al alcance de todos los interesados el conocimiento científico, ya que puede incluir un lenguaje más sencillo y elementos atractivos como las caricaturas. Estas aportan simbolismos y expresividad, con lo que se facilita que el estudiante asimile las ideas en el texto y les encuentre

sentido, significado. Igualmente, las características del cuento hacen más divertidos, o al menos más ligeros e interesantes, los conocimientos a enseñar al ayudar a ver a los lectores los beneficios tanto en el proceso como en los resultados de aprendizaje (Tisza y Markopoulos, 2023).

Si bien hay referentes sobre el diseño de materiales didácticos (Morales y Diez, 2020; Rossi et al., 2020; Heredia, 2008), estos no proveen los pasos sobre cómo elaborarlos. Debido a esto se optó por utilizar la Investigación Basada en Diseño (IBD), la cual invita a probar e iterar propuestas y recursos didácticos (Easterday et al., 2018 citado en Pontificia Universidad Católica de Chile, s.f.). La IBD ha sido utilizada por otros autores para el diseño de secuencias didácticas (Guisasola et al., 2021) y recursos didácticos, tales como problemas de Física orientados a la ingeniería (Escobar et al., 2022).

Precisamente, el objetivo de esta investigación fue diseñar metodológicamente un recurso educativo: un cuento científico enfocado en el conocimiento de las leyes de movimiento de Newton y que informe sobre eventos históricos en torno a la vida de Isaac Newton, lo que puede contribuir a la comprensión de sus desarrollos teóricos. El trabajo se orienta a responder las preguntas de investigación: ¿cómo diseñar cuentos científicos y didácticos?; ¿cuál es el efecto del cuento científico en potenciales usuarios (bachillerato y universidad), en términos de claridad, interés, uso del lenguaje y desarrollo de personajes?

## **2. Marco de referencia: qué tiene y cómo es este cuento científico**

De acuerdo con la información en la Enciclopedia Humanidades (Equipo editorial, Etecé, 2016), un cuento es una narración corta relacionada con un tema específico, puede presentarse de manera verbal o escrita y la caracterizan componentes ficticios, una atmósfera y personajes. Los cuentos

están escritos en prosa, son de corta extensión, se transmiten de manera escrita y los hechos que se narran pueden tener elementos de la realidad. Coelho (2024) señala que el cuento necesita tener inicio, desarrollo y cierre; además, deben estar implícitos los personajes, el narrador, el espacio, el tiempo, la trama, el conflicto y el tema. La propuesta de cuento científico que se describe a lo largo de este documento atiende a lo señalado por Coelho (2024), con una estructura narrativa que tiene un inicio donde se presenta al protagonista (Isaac) y su contexto personal: haber tenido una infancia difícil con conflictos emocionales y sociales. En el desarrollo Isaac sufre acoso escolar por parte de Arthur Storer (personaje antagonico), quien lo apoda "gallina". Sin embargo, pese a esos conflictos el protagonista encuentra en los libros y en el hábito de estudiar una forma de escape y desarrolla ideas científicas. También se enamora de la hermana de Arthur, pero ella no le corresponde, lo que refuerza su aislamiento y el refugiarse en la ciencia. Además, enfrenta problemas económicos en la Universidad de Cambridge, por lo que tiene que realizar trabajos serviles para costear sus estudios. Descubre y desarrolla conceptos fundamentales como la inercia y la relación entre fuerza, masa y aceleración, impulsado por su obsesión con el conocimiento. Finalmente, en el cierre, se cuenta que a pesar de los trances, Isaac logra destacar en la ciencia. Se inspira en Galileo y confirma sus ideas con el desarrollo de las leyes de movimiento. A partir del conocimiento que establece logra cambiar la visión del mundo y la mecánica clásica, de modo que se muestra que sus problemas personales no impidieron que llegara a convertirse en un genio.

Si bien no hay consenso sobre una definición de cuento científico, este se clasifica en el campo de la ciencia ficción, ya que, describen Caro y Carrillo (s.f.), también es un género narrativo que emplaza hechos y acciones que se relatan de manera imaginaria, además que la obra se sitúa en una época y lugares diferentes a las del

lector latinoamericano. Igualmente en el cuento se reflexiona lógicamente acerca de avances científicos o sociales y sus repercusiones en la sociedad. Ahora, cabe mencionar que hay dos tipos de ciencia ficción, de acuerdo con Alvarado (2015), la que enfatiza en lo científico y la que no. El cuento que se aborda en este documento sí enfatiza en aspectos científicos y teóricos, puesto que se aspira a que sea un punto de acercamiento entre los adolescentes y la ciencia, con énfasis en la Física. El propósito es generar una discusión histórica y filosófica sobre esta ciencia tomando como punto de partida su lectura.

El cuento parte de la ficcionalización de Isaac Newton narrada en primera persona, donde se entrelazan aspectos históricos y didácticos de forma lúdica, el título del cuento es “El diario de Isaac, una gallina”. La obra se ubica en el siglo XVII en Inglaterra. Los temas centrales son el desarrollo y los desafíos personales y científicos. Newton enfrenta abandono materno, acoso escolar y contratiempos económicos. Respecto a los hallazgos científicos se introducen sus aportes en Física y Matemáticas, incluyendo la ley de la gravitación universal y las leyes del movimiento. La influencia de otros científicos como Galileo y Copérnico aparece como inspiración en la formación y evolución del personaje. El estilo y el tono del cuento se caracterizan por el uso de un lenguaje juvenil y coloquial, con expresiones actuales y toques de humor. La narración se da manera de diario personal del protagonista, Isaac Newton. En síntesis, se mezcla su historia de vida con explicaciones científicas.

## 2.1 Uso de cuentos científicos en el aprendizaje de las ciencias

Chapela (2014) sostiene que es probable que el acercamiento hacia la ciencia por medio de historias genere entusiasmo e incluso coadyuve al desarrollo del pensamiento pragmático. La autora anima a usar novelas, cuentos e incluso material

audiovisual como películas para ilustrar conceptos abstractos e interesar a los estudiantes. Por su parte, bajo el marco teórico de la transposición didáctica (fluir del saber científico al saber enseñado) desarrollado por Chevallard, los autores Dulsat y Rodríguez (2020) describen la experiencia sobre cómo exhortar a futuras maestras de educación infantil a la creación de cuentos didácticos para la enseñanza de las ciencias.

Kucheriavi (2022) apunta que es posible impactar el aprendizaje de los estudiantes si la narrativa se alinea con los objetivos didácticos. Este mismo autor señala que para usar la narración en el aula es preciso focalizar un tema específico, ya sea de ciencias o matemáticas, y es muy importante que durante la etapa de diseño de la narrativa se considere la edad de los estudiantes. En este mismo orden de ideas, el buen uso de relatos o historias en las aulas de Física estimula la reflexión por parte de los estudiantes sobre la producción científica en su contexto social (Jardim et al., 2021).

Otras indagaciones reportan el uso de las novelas interactivas para la resolución de problemas en matemáticas (Soboleva et al., 2022). Estos autores proveen de ideas para personalizar el aprendizaje, tales como establecer rutas educativas individuales que apoyaban el estudio de la teoría matemática y la resolución de problemas en el espacio interactivo AXMA Story Maker, a la vez de que justifican la necesidad de utilizar estas herramientas en la educación matemática. Asimismo, ellos utilizaron como metodología de investigación la generalización de la experiencia pedagógica y de la literatura científica, así como la modelización y la observación.

Alcántara et al. (2022) instan a futuras profesoras, en la materia Didáctica las Ciencias Experimentales en Educación Primaria en inglés, a la creación de historias mediante aprendizaje colaborativo. Este último corresponde a una metodología en la que los estudiantes trabajan en grupos,

persiguiendo un objetivo común y construyendo así un conocimiento en conjunto. Para ellos las actividades tienen el potencial de ser replicadas en las aulas, además de fomentar la creatividad y desarrollar competencias holísticas, tales como el desarrollo de la comunicación o el pensamiento crítico.

Gürsoy (2021), mediante un taller para el desarrollo de historias digitales para profesores en formación de ciencias, exhorta a la creación de historias. Para ello considera: seleccionar el tópico científico; luego, escribir un guion; después, desarrollar un guion gráfico (acompañar de dibujos el texto). Gürsoy, quien fungió como instructor del taller, revisa y discute cada historia con su autor, aporta ideas para mejorar y se hacen ajustes. En este caso, al final se procede a la producción audiovisual de cada relato.

Dudley *et al.* (2023) afirman que la comunicación narrativa de la ciencia resulta atractiva y efectiva. Toda vez que comunicar temas complejos que incluyen información científica es retador, a través de relatos esa información puede transmitirse de manera más efectiva si, quienes hacen la narración, adoptan abiertamente la idea de que están narrando estos temas, lo cual permite una mejor asertividad y una mejor comunicación entre el profesor y los estudiantes.

En otro orden de ideas, la narración no sólo se limita a ser un material didáctico. Esto lo muestran Boscolo *et al.* (2024), quienes utilizan la narración como un modelo de enseñanza y aprendizaje para la Física y matemáticas de manera integrada. Estos autores implementaron la narración como modelo con adolescentes de entre 14 y 15 años en Italia.

Aunque resulta alentador que las indagaciones citadas refieran al uso de narraciones y narrativas en la enseñanza de las ciencias, vale la pena decir que ninguna describe cómo se puede hacer un cuento científico de forma metodológica. En estos trabajos se invitan a crear y a usar, pero ante la

ausencia de una serie de pasos o directrices que guíen al profesorado a hacer cuentos didácticos de forma sistemática y rigurosa, pareciera que la exhortación fuera a proceder de forma espontánea o empírica.

## 2.2 Las leyes del movimiento de Newton en el cuento científico

Las leyes del movimiento de Newton resultan un reto cognitivo para los estudiantes desde niveles básicos hasta avanzados porque estos aceptan, consciente o inconscientemente, la física aristotélica para explicar el movimiento de los cuerpos (Syuhendri, 2022; Erfran y Ratu, 2018). Adicional a esto, los estudiantes perciben como complicado el material de estudio relacionado con las leyes del movimiento, en parte debido a la exigencia del uso de las matemáticas, lo cual influye en el aprendizaje de las mismas (Putra y Heriyanto, 2020).

Frente a esta situación, en el cuento se señala y ejemplifica la relación entre masa, peso y gravedad; se explica cómo la fuerza gravitatoria actúa sobre los objetos con masa; se introduce la unidad de medida del peso, el Newton (N); se menciona el movimiento de los planetas y la teoría heliocéntrica, a propósito de lo que se destaca a personajes científicos que abordaron la explicación del movimiento planetario, tales como Galileo, Copérnico y Ptolomeo; se refiere al modelo heliocéntrico y a cómo Galileo lo apoyó con observaciones astronómicas usando el telescopio. Asimismo, se explican las leyes del movimiento de Newton. Para la primera ley (ley de la inercia), basada en los postulados de Galileo, se menciona cómo la masa es una medida cuantitativa de la propiedad inercia y se describe cómo un objeto en movimiento continúa en movimiento a menos que una fuerza externa actúe sobre él. La segunda ley (ley fundamental de la dinámica) se muestra mediante un ejemplo e ilustración en que se explica la relación entre

fuerza, masa y aceleración. La tercera ley (acción y reacción) aparece reflejada implícitamente en la forma en que se describen las interacciones de fuerza. Conjuntamente se resalta la fricción y su influencia en la pérdida de movimiento, dado que se esclarece sobre cómo las moléculas en contacto generan fricción y calor.

De esta manera se evidencia el nivel de conceptualización que se propone en el cuento, uno intermedio, ya que presenta conceptos fundamentales de la Física de manera básica: con la utilización de cálculos sencillos para ilustrar conceptos sin ahondar en expresiones matemáticas complicadas; igualmente, para clarificar conceptos se acude a ejemplos y analogías; y en caso de conceptos científicos como masa, estos son explícitamente explicados.

### 3. Metodología de la investigación

Esta investigación se sitúa en el paradigma de enfoque mixto. Trabaja con una metodología cualitativa descriptiva con acento en la utilización de la IBD, ya que se orienta a crear. Luego apela a la metodología cuantitativa al hacer uso de la estadística descriptiva, en lo concerniente al jueceo de expertos, y de la estadística inferencial, para el análisis y valoración por parte de los usuarios (estudiantes).

Así, la elección del enfoque mixto, primero, proporciona datos cualitativos por cada una de las etapas que se describen de la IBD, dando la posibilidad de validar la calidad didáctica y técnica del cuento con datos numéricos a partir de instrumentos (escalas de valoración). Segundo, asegura que el contenido del recurso sea comprensible y atractivo para el nivel educativo diseñado (preferentemente estudiantes de edades entre 15 y 19 años de nivel medio superior), aunque también puede ser útil para otros lectores.

La IBD es una:

Meta-metodología realizada por investigadores en educación para crear intervenciones prácticas y modelos de diseño teórico a través de un proceso de diseño de: enfocar, comprender, definir, concebir, construir, probar y presentar, ese recurso iterativo anida activamente otros procesos de investigación para buscar iterativamente soluciones empíricas a problemas prácticos sobre problemas del aprendizaje humano. (Easterday et al., 2018, p. 137)

El uso de este tipo de metodología para el diseño del cuento científico concuerda con lo propuesto por Fowler y Leonard (2021), la pertinencia del uso de metodologías para el diseño de un cuento científico, porque su aplicación sistemática provee resultados que pueden interpretarse de forma confiable. Anderson *et al.* (2012) señalan que, de acuerdo con la creadora de la IBD, es factible utilizar esta metodología para eficientar desde actividades de aprendizaje hasta materiales didácticos. Asimismo, los autores apuntan que la IBD es perfectible en cada implementación y Hoadley y Campos (2022) señalan que su proceso iterativo ayuda a que sus resultados puedan aplicarlos otros en sus propios contextos.

Ahora bien, la IBD requiere de justificaciones minuciosas acerca de las determinaciones explícitas e implícitas que se asumen en relación con el diseño y la ejecución (Guisasola et al., 2021). A continuación, se muestran las etapas de la IBD en armonía con las propuestas de Easterday *et al.* (2018) y en congruencia con lo realizado en esta investigación:

1. Enfocar. Se refiere a focalizarse en una situación educativa que, de entrada, parece tener una problemática. Los recursos didácticos que se disponen en las aulas son tradicionales, es decir, son textos técnicos extraídos de libros que, eventualmente, no motivan o atraen la lectura de los estudiantes adolescentes. Si bien se disponen de guías para hacer materiales y recursos didácticos (Area, 2019; Diz y

Fernández, 2018) y algunos cuentos didácticos (Verdugo, 2003; Corni, 2014), los profesores no disponen de una metodología para hacer cuentos didácticos con propósito específico.

2. Comprender. Aquí se atiende a cómo se comprende la información, qué mecanismos están implícitos en esta. Una situación que enfrentan los profesores de Física en las aulas es la comprensión de teorías y modelos teóricos por parte de los estudiantes. Por ejemplo: la ley de los gases ideales, la ley de Faraday, las leyes de Kirchhoff, las leyes de Newton, entre otras. Así, antes de comprender hay que leer para poder construir estructuras cognitivas que permitan generar ideas y solucionar retos (Vital, 2017). En México y otros países existe otro desafío porque los estudiantes no tienen el hábito de la lectura, de acuerdo con Márquez (2017). Y es cierto que la lectura implica procesos de codificación, recodificación y comprensión (Restrepo et al., 2019), pero también se debe poner a disposición del alumnado material didáctico de eventual interés para ellos.
3. Entender. Se refiere a si la información recibida se entiende. Se debe razonar lo que se lee, lo cual se relaciona con asuntos diversos tales como: exceso de información, lenguaje técnico, falta de comprensión, carencia de vocabulario especializado o desinterés por parte de los lectores. También se indagó sobre la capacidad de atención de los adolescentes, según estudios que utilizan medidas fisiológicas de atención. En ellos se estima que esta disminuye aproximadamente entre 10 y 15 minutos después de comenzar actividades académicas (Wilson y Korn, 2007).
4. Definir. El problema que se identifica es que los adolescentes no quieren leer y sus periodos de atención son cortos. Entonces, el objeto de aprendizaje será un cuento didáctico con

contenido histórico y científico que llame su atención y no les implique largos tiempos de lectura. Esto derivó en una pregunta guía: ¿cómo diseñar un cuento que articule tópicos de Física y que pueda ser de interés para estudiantes adolescentes?

5. Concebir. La forma en que se conciben los investigadores en el proceso de investigación. Los autores nos autoevaluamos, en coherencia con la IBD, como diseñadores de propuestas de solución. Esto es así bajo el entendimiento de que este paso, el corazón del proceso de diseño, debe materializarse de forma sistemática, a diferencia de investigadores que tienden a actuar de manera más intuitiva.
6. Construir. Se enlistan elementos del proceso creativo de escritura del cuento y se consideran algunos elementos de las propuestas de Kucheriavyi (2022) y Grace (2007), cuyas contribuciones han servido como base para la construcción de una narrativa adecuada al contexto de enseñanza de la Física:
  - 1) Escoger un tópico específico de Física (puede ser otra disciplina).
  - 2) Revisar los objetivos didácticos del programa de estudio.
  - 3) Considerar la edad del público foco.
  - 4) Revisar literatura para jóvenes.
  - 5) Revisar literatura científica para extraer palabras clave y conceptos relacionados con el tópico escogido.
  - 6) Investigar sobre el fenómeno ligado a dicho tópico y los científicos que lo analizaron.
  - 7) Indagar sobre la vida y obra de los científicos cuyos nombres aparezcan en el punto 5.
  - 8) Seleccionar el estilo narrativo (epistolar, primera persona, etc.).
  - 9) Elegir un género narrativo (fábula, cuento, etc.).
  - 10) Crear personajes.
  - 11) Crear una historia.

Prueba. En esta etapa el cuento se sometió a juicio de expertos, de conformidad con la guía para validación que proponen Flores *et al.* (2019) (ver Tabla 1). Los valores que se establecen en los indicadores están basados en los valores ordinales (del cero al cinco) que indican los autores del instrumento. Como instrumento de medición se utilizó la “Escala de valoración modificada para un cuento” (EVmC) de Alcántara *et al.* (2022). Para esta escala se esperaban valores superiores al promedio aritmético 2.5, sin embargo, se acordó subir el estándar a mayor promedio en aras de caracterizar y comunicar el conjunto de los datos al lector, excepto la categoría de “Recomendación” que se expresa en porcentaje, reportada por los informantes usuarios. De forma semejante, para la encuesta de usuarios del cuento científico también se utilizan valores ordinales, pero del cero al tres, entonces el promedio aritmético fue 1.5 y, de nuevo, se acordó subir el estándar a mayor promedio. En resumen, se estableció un puntaje mayor al promedio para garantizar calidad.

Para el apartado de “jueces expertos” se utilizó la EVmC, a la que se modificó: el ítem 1: “Tema científico”, para hacer énfasis en la primera ley de Newton y los conceptos vinculados a esta; el ítem 4: “Vocabulario”, para clarificar la evaluación por parte de los jueces, con lo que se precisó el apartado de descripción y la frase contenido científico; y el ítem 6: “Selección de la historia”, para especificar la edad de la población objetivo (véase el Anexo 1). Cada ítem invita a evaluar en una escala del número cero al número cinco, en correspondencia a qué tan de acuerdo se está con la afirmación que propone el ítem. En relación con el instrumento se consta de diez ítems: del uno al cinco se enfocan en cuestiones relacionadas con aspectos científicos, del seis al diez se vinculan a cuestiones literarias. Conforme a Alcántara *et al.* (2022), el instrumento se diseñó de forma

colaborativa por un equipo interdisciplinar, el cual acordó valorar aspectos de un cuento tales como: rigor científico, función didáctica, calidad artística en general y narrativa en particular.

Este instrumento se envió vía correo electrónico a dos grupos de jueces expertos, lo que constituyó un total de doce individuos, mediante el sistema de administración de encuestas Google Forms. Se hicieron dos grupos de expertos. El primer grupo fue el encargado de evaluar aspectos técnicos y científicos (contemplados en los cinco primeros ítems de la EVmC). Este grupo contó con nueve individuos, ocho de ellos con formación en Física y uno con formación en ingeniería civil; dos con doctorado en Física educativa; tres con doctorado en Física teórica; uno con doctorado en Ingeniería y arquitectura, uno con doctorado en Ciencia de materiales; dos con maestría en Física teórica. El segundo grupo de jueces expertos se encargó de analizar la calidad artística y narrativa (los ítems del seis al diez de la EVmC). El grupo estuvo conformado por tres individuos, dos especialistas en Filosofía de la ciencia y uno en Comunicación de la ciencia. Así, debido a su productividad en escritura literaria, estos jueces quedaron en el rubro de escritores profesionales. Ellos evaluaron lo concerniente a las siguientes categorías: “Selección de la historia”, “Estructura”, “Uso artístico del lenguaje”, “Título” y “Personajes”.

En lo relativo a la valoración de usuarios, se diseñó un instrumento denominado “Encuesta para usuarios del cuento científico”, siguiendo los pasos sugeridos por Namakforoosh (2005). Estos pasos son: definición de la información requerida; precisar el tipo de pregunta y definir cómo se recopilará la información (para este caso también se hizo uso del sistema de administración de encuestas Google Forms); determinar el contenido de cada pregunta; delimitar la forma de la respuesta, para lo que se optó por respuestas de opción múltiple junto a una escala numérica: “mucho”=3, “regular”=2, “poco”=1 y “no me interesa”=0, cuyo

Tabla 1. Estructura para validación de cuento científico

Identificador	Objeto de validación	Indicadores: cualitativos y cuantitativos	Tipo	Informantes clave
Medición técnico-científica del cuento científico <i>El diario de Isaac, una gallina</i> .	Cuento científico: elementos constitutivos: contenido científico, aspectos histórico-científicos y biográficos.	Cualitativos: 1. Tema científico 2. Ideas clave 3. Sin errores conceptuales 4. Vocabulario 5. Aprendizaje 6. Selección de la historia 7. Estructura 8. Uso artístico del lenguaje 9. Título 10. Personajes.	Cuantitativos: 1. Tema científico, promedio > 4 2. Ideas clave, promedio > 4 3. Sin errores conceptuales, promedio > 4 4. Vocabulario promedio > 3 5. Aprendizaje, promedio > 4 6. Selección de la historia, promedio > 3.5 7. Estructura, promedio > 3.5 8. Uso artístico el lenguaje, promedio > 3.5 9. Título promedio > 3.5 10. Personajes promedio > 3.5	Jueces expertos
Evaluación de la percepción del cuento científico en el estudiantado	Cuento científico: aspectos tales como: organización, intervención de los personajes, trama, lenguaje	Cualitativos: 1. Claridad 2. Interés 3. Uso del lenguaje 4. Personajes 5. Recomendación	Cuantitativos: 1. Claridad, promedio > 2.5 2. Interés promedio > 2.5 3. Uso del lenguaje, promedio > 2.5 4. Personajes, promedio > 2 5. Recomendación, promedio > 70 %	Usuarios
Ofrecer una guía para crear otros cuentos científicos	Proceso de divulgación de la presente guía y del cuento científico	Cuantitativo: Cantidad de descargas del artículo	Cuantitativo: mínimo 10 descargas mensuales	Autores y comunidad académica

Fuente: elaboración propia

resultado se codifica y posteriormente se analiza; establecimiento de la secuencia de preguntas; revisión y ajustes del instrumento. Vale mencionar que los componentes principales del instrumento para los usuarios son: claridad, interés, uso del lenguaje, personajes e influencia.

Se realizó un pilotaje del cuento en enero del 2024 con una valoración realizada por 259 estudiantes, los cuales componen un marco de muestreo de acuerdo con lo que establece Devore (2008). Esto implicó un número de individuos que tuvieron que ser muestreados de dos poblaciones diferentes, nivel bachillerato (del segundo año) y universitario

(primer semestre de ingeniería aeronáutica). Así se les encuentra disponibles y expuestos al producto de investigación (cuento didáctico). Cabe aclarar que no se pretende derivar generalizaciones de esta muestra, dado que no es representativa, sino recolectar información y marcadores relacionados con el cuento. En relación con la muestra mencionada, el 75% de la población son de nivel bachillerato y el 25% de nivel universitario; el rango de edad de los encuestados fue de 15 a 20 años. La decisión de pilotear el cuento en dos niveles educativos diferentes responde a razones metodológicas, pedagógicas y estadísticas.

Relativo a lo metodológico, era necesario evaluar la efectividad del cuento en distintos niveles educativos, garantizando su pertinencia y accesibilidad para el público objetivo (bachillerato) y se obtiene una valoración con un grupo de mayor formación académica (universitarios). Así, mediante la percepción del cuento en ambos niveles, se pueden identificar diversas tendencias positivas o negativas y así hacer mejoras antes de su implementación a mayor escala.

En relación con lo pedagógico, se tiene en cuenta que las leyes del movimiento de Newton son tópicos que se abordan en los niveles de enseñanza media y superior. En este contexto es que la opinión de los diversos usuarios contribuye a verificar si el cuento es adaptable a diferentes audiencias y, con el pilotaje en ambos niveles, hacer ajustes correspondientes en el lenguaje y contenido. Entonces se presume que si el cuento es evaluado favorablemente por ambos grupos de usuarios, se lo puede considerar un recurso flexible y eficaz.

Desde la perspectiva estadística, un tamaño de muestra de 259 individuos permite obtener datos representativos y suficientes para hacer un análisis descriptivo e inferencial y tener tendencias confiables, sin ser generalizables. Para el análisis inferencial de los usuarios se decantó por utilizar la Prueba  $T$  de Welch, la cual permite la comparación de las medias de dos grupos. Las muestras que se analizan cumplen con los supuestos de ser independientes y de tamaños diferentes. Además, esta prueba admite la omisión del supuesto de normalidad si las muestras son mayores o iguales a 50 elementos (Montilla y Kromrey, 2010).

Los cálculos se realizaron en la calculadora de acceso libre Statskingdom<sup>1</sup>, ingresando las medias y desviaciones estándar de las respuestas de cada una de las preguntas del instrumento “Encuesta para usuarios del cuento científico”.

Posteriormente, se ingresó el tamaño de la muestra de cada grupo de usuarios, para bachillerato 199 y para nivel universitario 60. Los resultados que proporciona la calculadora se concentraron en una hoja de Excel, donde se analizó la  $p$ -value, que es una medida de probabilidad para analizar la significancia estadística, y el estadístico  $T$  de Welch con el objeto de aceptar o rechazar las hipótesis de prueba:

Hipótesis nula ( $H_0$ ): no hay diferencia entre las medias de los dos grupos (bachillerato y universitarios).

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): sí hay diferencia entre las medias de los dos grupos (bachillerato y universitarios).

La “Encuesta para usuarios del cuento científico” se centró en los siguientes aspectos: claridad para transmitir ideas científicas; introducción de terminología científica; interés en el cuento; accesibilidad y comprensión del lenguaje y representación de personajes.

1. Presentar. *El diario de Isaac, una gallina* es un recurso educativo sólido porque está basado en una herramienta metodológica, la IBD, donde la audiencia objetivo son profesores y estudiantes adolescentes, con posibilidad de llegar asertivamente a otros lectores.

En relación con la narrativa: el género en el que se escribió es el de los cuentos, en prosa, y se redactó en primera persona (porque es un diario), donde el narrador es el protagonista. Se presenta el recurso narrativo anacrónico, es decir, que hay saltos cronológicos en la narración. Sobre el contenido, se describen situaciones acontecidas al personaje y la ambientación es en el siglo XVII. También se mezclan sentimientos, valores y conceptos científicos. Los personajes principales son: Isaac Newton, Katherine y Arthur Storer.

<sup>1</sup> StatsKingdom. (s.f.). Two Sample T-Test Calculator (Welch's T-test). <https://www.statskingdom.com/150MeanT2uneq.html>

Los elementos científicos incorporados en el cuento, previamente mencionados, son en resumen: concepto de masa y peso; instrumentos de medición (báscula y dinamómetro); unidades de medida; modelo geocéntrico y heliocéntrico; y la definición de la primera ley de Newton. La estructura de la información dentro del cuento es la siguiente: se intercalan hechos históricos científicos y sucesos de la vida de Newton con la mención y desarrollo de aspectos técnico-científicos. Para estos últimos, como ya se dijo, se tuvo una revisión relativa a la conceptualización científica con base en las definiciones de los autores de libros de Física (ver Apéndices 1 y 2), discutidos y analizados por los dos primeros autores de este documento; después, para evitar errores conceptuales, esto se sometió a validación de jueces expertos. También se realizaron ajustes y correcciones del siguiente tipo: cuando se usa la simbología  $\sum F$ , se describe su significado; se mencionó el sistema de referencia inercial ya que se quería expresar que un cuerpo que está en reposo o en movimiento está ligado a un sistema de referencia inercial. Hubo lugar a una quinta versión del cuento para la cual realizar el proceso de corrección tomó 50 minutos. La Tabla 2 describe la estructura del cuento, que consta de 29 párrafos y 25 caricaturas.

**Tabla 2.** Estructura de información del cuento científico

Estructura del cuento		
Rubro	Cantidad de párrafos relacionados con categoría:	Porcentaje
Biografía	13	44.83%
Aspectos científicos	12	41.38%
Historia de la ciencia	4	13.79%

**Fuente:** elaboración propia

## 4. Resultados y discusión

A continuación, se describen los hallazgos por etapa:

1. **Enfocar:** se identificó el problema y en la revisión de literatura se encontró la inexistencia de guías sistemáticas para hacer cuentos científicos. De aquí se optó por escribir un cuento científico y describir el proceso metodológico de su gestación.
2. **Comprender:** a partir del análisis del contexto educativo actual y las necesidades de los usuarios, se encontró que otras investigaciones como las de Syuhendri (2022) y Erfran y Ratu (2018) reportan dificultades en la comprensión de las leyes del movimiento por parte de los estudiantes, lo que incide directamente en la comprensión de dichas leyes. En este sentido, se consideró que un cuento científico podría ser una adecuada herramienta para comprender estas leyes.
3. **Entender:** se determinó que la capacidad de atención de los estudiantes es limitada, situándose entre 10 y 15 minutos (Wilson y Korn, 2007). Este dato se consideró para el diseño del cuento, cuyo tiempo de lectura total es de aproximadamente 13.4 minutos (en un rango de 11-16 minutos), lo que se encuentra dentro del límite atencional estimado. Para mejorar la comprensión e interés de los estudiantes, se incluyeron ilustraciones que complementan cada párrafo del texto, diseñadas por un ilustrador profesional. Se concluyó que una forma efectiva de entender conceptos de la Física, dado el nivel de estudios considerado, es la utilización de un cuento científico.
4. **Definir:** se resolvió que el problema central es la falta de interés en la lectura (Márquez, 2017; Restrepo et al., 2019) por parte de los adolescentes y sus cortos periodos de atención (Wilson y Korn, 2007). Como solución, se propuso diseñar un cuento didáctico con contenido histórico y científico que articulara tópicos de Física de manera atractiva para los estudiantes.

5. Concebir: se realizó un esbozo inicial del material didáctico que estimulara la lectura sobre temas científicos. Tras discutir e indagar, los autores de este documento acordaron escribir un cuento científico cuyo tema central fuesen las leyes del movimiento de Newton.
6. Construir: se consignaron y se ponen a disposición los pasos del proceso creativo como sugieren Kucheriavi (2022) y Grace (2007):

Paso a. Lectura analítica del capítulo “Naranjas y Manzanas” del libro *Las Cinco Ecuaciones que cambiaron el mundo* (Guillén, 2015). Lectura, síntesis y comprensión de las leyes de Newton, con profundización en la primera ley (Sears y Freedman, 2005; Serway y Jewett, 2008; Sheppard y Tongue, 2009; Resnick et al., 2002).

Paso b. Revisión de material audiovisual tal como *Secret Life of Isaac Newton – Full Documentary* (British Broadcasting Corporation BBC, 2003) y *Primera ley de Newton sobre el movimiento* (Khan, 2014).

Paso c. Realización de una “lluvia de ideas” con base en los documentos y materiales revisados. Se enlistaron los “datos curiosos” sobre la vida y obra de Newton, escogiendo aquellas situaciones que pudieran resultar cercanas a los estudiantes del siglo XXI, tales como: enamoramiento, dificultades para socializar en la escuela, acoso escolar, abandono, esfuerzo para lograr objetivos personales. Este proceso duró aproximadamente 120 minutos. Después se discutieron los tópicos de Física que se quería abordar en el cuento, como la primera ley de Newton. Esto se realizó a partir de dos tablas (Apéndices 1 y 2) que concentran las definiciones de autores de libros de Física y aspectos inherentes a las leyes de Newton. La construcción de esas tablas tomó 60 minutos.

Paso d. Selección del tipo de documento. Se selecciona el cuento debido a la simplicidad,

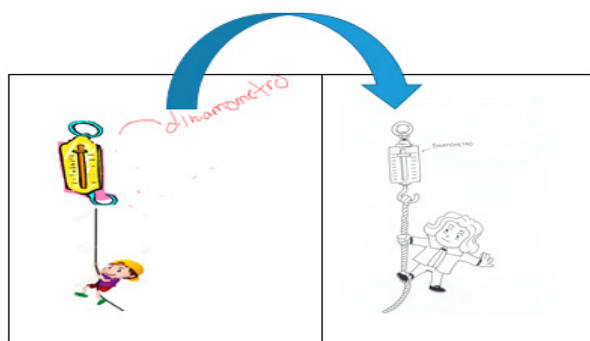
previo a la discusión y análisis de obras como *El Diablo de los Números* (Enzensberger, 1997) y *El Diario de Greg* (Kinney, 2007). Toda vez que la escritora y el ilustrador del cuento son *amateur* en relación con la creación de cuentos ilustrados, se tomaron ideas e inspiración de esos libros bajo la asunción de que en su momento de publicación y circulación fueron un éxito entre el público infantil, adolescente y adulto (de Andrés et al., 2005; Miller, 2023).

Paso e. Escritura del primer borrador del cuento científico, con base en la información compilada en el paso c, bajo la estructura de inicio, desarrollo y cierre. También se definieron los personajes (Isaac, Katherine y Arthur Storer) y se siguió un estilo de escritura con rasgos del texto de Enzensberger (1997) y Kinney (2007). Luego de completado el cuento, se esbozaron las imágenes en correspondencia para acompañarlo. La duración aproximada de este paso fue de 240 minutos. Esto estuvo a cargo de la primera autora de este documento.

Paso f. Revisión y corrección de estilo por parte de un filósofo de ciencia y físico (segundo autor), con ajuste al lenguaje coloquial del estudiantado adolescente. Esto derivó en una segunda versión del cuento. Este paso tomó 90 minutos.

Paso g. Ilustración del cuento. Debido a temas relacionados con derechos de autor y también al reto que implicó el esbozo de las ilustraciones, los autores acordaron recurrir a un diseñador gráfico. Así, partiendo del esbozo de imágenes, el diseñador proyectó y creó las imágenes referentes al contexto histórico del cuento para comunicar con más fuerza las ideas allí contenidas. En este sentido, se seleccionaron caricaturas porque, en concordancia con Borregales (2017), es patente que el uso de este tipo de imágenes tiene un mayor potencial para llegar a un público más grande, por su mayor atractivo dado el aspecto visual, pero sobre todo debido a la facilidad en su captación de

la atención por sus atributos expresivos, artísticos y cómicos. La Figura 1 muestra el esbozo de una de las imágenes. Posteriormente, José Lery, el ilustrador del cuento, previa lectura del cuento científico y con base en las ideas que plantearon los autores, proyectó, creó y conceptualizó cada una de las caricaturas. Se hicieron ajustes a dos imágenes ya que ambas podrían causar confusión conceptual a los lectores. El proceso de caricaturizar el texto le tomó al diseñador aproximadamente 1500 minutos (25 horas de trabajo). Al juntar el texto con las caricaturas completas se dio lugar a una tercera versión del cuento.



**Figura 1.** Esbozo de la idea de caricatura que acompaña el texto del cuento científico

**Fuente:** Tomado de material de Mendoza, (2011) (ilustración izquierda) en el blog *Física en movimiento*; elaborado por el ilustrador José Lery (ilustración derecha)

Paso h. Revisión y lectura del cuento ilustrado por parte de dos profesores de ciencias que enseñan en bachillerato.

Paso i. Ajustes con base en observaciones como: modificar las palabras: “pelaban” y “descabechar”<sup>2</sup>, ya que estas no eran de uso común. Sin embargo, no se modificaron las palabras de acuerdo a las sugerencias puesto que cada palabra debe situarse en el contexto del texto y su desconocimiento no afecta el contenido científico, el rubro más sensible del cuento. Ajustes relativos a las caricaturas sí se realizaron y derivó en una cuarta versión del cuento

<sup>2</sup> Es un término coloquial en México que significa algo así como “perder la cabeza”.

1. Prueba. En congruencia con el modelo de validación propuesto por Flores *et al.* (2019), sobre la medición técnico-científica del cuento y derivado del instrumento EVmC de Alcántara *et al.* (2022), se obtuvieron los resultados del primer grupo de jueces expertos. Cabe mencionar que se realizaron cálculos de proporcionalidad con base en una escala ordinal del cero al diez, por lo que se duplicaron los números que se presentan a continuación frente a los que aparecen en la correspondiente Tabla 3. Se tuvo una puntuación de 8.66 para la categoría que relaciona la articulación del tema científico en el cuento; se obtuvo 8.44 respecto a la claridad para transmitir ideas científicas; 8.88 en lo relativo a evitar errores conceptuales; 8.22 en cuanto a la introducción de terminología científica; y 9.12 frente al fomento del aprendizaje a través del cuento.

**Tabla 3.** Valoraciones del primer grupo de jueces expertos

Ítems	Categoría	Resultados
1	Tema científico	4.33
2	Ideas clave	4.22
3	Errores conceptuales	4.44
4	Vocabulario	4.11
5	Aprendizaje	4.56

**Fuente:** elaboración propia

Considerando el mismo tratamiento de los datos del párrafo anterior, los resultados con la valoración del segundo grupo de jueces fue la siguiente (ver Tabla 4): para la categoría “Selección de la historia” fue 9.34; el “Título” 8; los “Personajes” 8.66; la categoría “Estructura” obtuvo 6.66, en la que no se cumplió a cabalidad con lo esperado y se considera que los evaluadores no divisaron las intenciones de sorpresa y originalidad, en particular porque estos percibieron como defectuoso el uso del recurso narrativo de la anacronía, es decir, la variación del orden cronológico del relato; sin embargo, la categoría “Uso artístico del lenguaje” fue 10.

**Tabla 4.** Valoraciones del segundo grupo de jueces expertos

Ítems	Categoría	Resultados
6	Selección de la historia	4.67
7	Estructura	3.33
8	Uso artístico del lenguaje	5
9	Título	4
10	Personajes	4.33

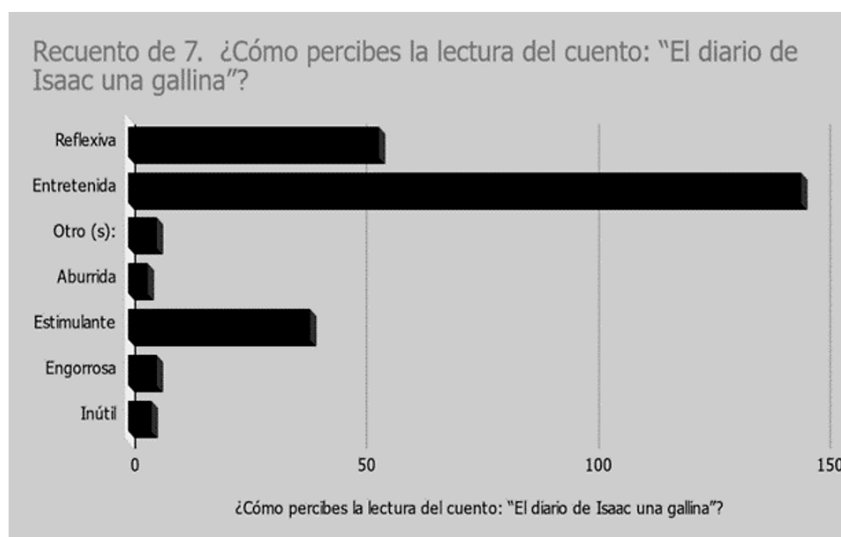
**Fuente:** elaboración propia

En lo concerniente a la efectividad, entendida como la cualidad de conseguir el efecto que se espera, mediante el instrumento “Encuesta para usuarios del cuento científico” y después de realizar cálculos de proporcionalidad con base en la escala ordinal del cero al diez, los 259 lectores del cuento científico señalaron: para la categoría “Claridad” una valoración de 6.03; relativo al “Interés” se obtuvo un valor de 6.33; para la “Accesibilidad y comprensión del lenguaje” el puntaje fue de 6.4; sobre la representación física y psicológica de los personajes se logró 6.13; luego, en cuanto a la “Recomendación” del cuento didáctico, casi el 70% de los usuarios señala que sí recomendaría la lectura de *El diario de Isaac, una gallina*. Por lo

tanto, el cuento se percibe como claro y accesible, tal como demandan los estudiantes que debe ser el material para aprender Física (Putra y Heriyanto, 2020). Igualmente, desde la perspectiva de los estudiantes el cuento es flexible y eficaz.

En esta línea y desde la perspectiva inferencial, se analizó si ambos grupos de estudiantes tuvieron percepciones similares en las dimensiones: claridad para transmitir ideas científicas; introducción de terminología científica; interés en el cuento; accesibilidad y comprensión del lenguaje; y representación de personajes. Entonces, se observa en la Tabla 5 que hay evidencia suficiente para indicar que los usuarios de bachillerato y universitario percibieron de forma similar las dimensiones que se evaluaron del cuento.

No obstante, del análisis de la pregunta 2 en la Tabla 5 se infiere que el nivel educativo influye en cómo se percibe la explicación del contexto histórico y las ideas científicas de Newton. Frente a los jóvenes de bachillerato, los estudiantes universitarios han abordado con mayor profundidad las leyes del movimiento y quizá tienen niveles diferentes de comprensión y disímiles perspectivas



**Figura 2.** Percepciones de los encuestados sobre el cuento científico

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla 5.** Análisis inferencial de “Encuesta para usuarios del cuento científico”

Preguntas de la "Encuesta para usuarios del cuento científico"	Usuarios bachillerato (media)	Usuarios universitarios (media)	Usuarios bachillerato (desviación estándar)	Usuarios universitarios (desviación estándar)
1. Te gusta leer contenidos relacionados con ciencia en general:	2.13	2.33	0.62	0.56
T=-1,8797   p= 0,06291   GL= 105,32; p > 0.05 y T está en la región de aceptación de la H0 con un 95 %: [-1,9827: 1,9827 ]. Entonces, se acepta Ho				
2. El diario de Isaac, una gallina proporciona una clara explicación sobre el contexto histórico en que vivió Isaac Newton y algunas de sus ideas científicas:	2.37	2.66	0.68	0.51
T= -3,5539   p= 0,0005321   GL= 105,30; p < 0.05 y T no está en la región de aceptación de la H0 con un 95%: [-1,9827: 1,9827 ]. Entonces, no se acepta Ho				
3. El diario de Isaac, una gallina fue una lectura agradable:	2.52	2.66	0.63	0.57
T= -1.6264   p=0.1068, GL= 106,17; p > 0.05 y T está en la región de aceptación de la H0 con un 95%: [-1,9827 : 1,9827 ]. Entonces, se acepta Ho				
4. El lenguaje que se utiliza en el cuento <i>El diario de Isaac, una gallina</i> es accesible y me permite comprender lo que leo:	2.56	2.67	0.66	0.54
T= -1,3102   p= 0,1927, GL= 117,04 ; p > 0.05 y T está en la región de aceptación de la H0 con un 95%: [-1,9827: 1,9827 ]. Entonces, se acepta Ho				
5. Los personajes que se mencionan en el cuento <i>El diario de Isaac, una gallina</i> están bien representados física y psicológicamente:	2.44	2.42	0.58	0.64
T= 0,2167   p= 0,8289, GL=90,19; p > 0.05 y T está en la región de aceptación de la H0 con un 95%: [-1,9827 : 1,9827 ]. Entonces, se acepta Ho				
6. Recomendaría la lectura del cuento <i>El diario de Isaac, una gallina</i> a algún amigo o compañero:	1.71	1.61	0.48	0.58
T= 1,2159   p=0,2274, GL= 84,86 ; p > 0.05 y T está en la región de aceptación de la H0 con un 95%: [-1,9827 : 1,9827 ]. Entonces, se acepta Ho				

**Fuente:** elaboración propia

sobre la relevancia histórica de la ciencia. Bajo estas consideraciones, hay que mencionar que los universitarios afirmaron haber encontrado la explicación de términos científicos como clara.

En este sentido, este mismo instrumento para usuarios les solicitó que asociaran lo que percibían del cuento, para lo que se dispusieron palabras de valoración positiva como: “entretenida”, “reflexiva”, “estimulante”; y palabras de valoración negativa como: “engorrosa”, “inútil”, “aburrida”. En la Figura 2 se observa que la mayoría de los encuestados perciben aspectos positivos del cuento.

Mediante las explicaciones de todo lo realizado en esta investigación, se acredita que este documento provee al lector de una guía detallada y sistematizada para hacer un cuento de cualquier tópico científico. La cuantificación de uso podrá divisarse cuando este documento esté a disposición del público en general, con lo que el número de descargas y citas será un indicativo de la utilidad del mismo.

La valoración técnico científica es positiva en términos cuantitativos por parte de jueces expertos. Lo anterior da respaldo al cuento sobre su rigor científico y su función didáctica específica como recomiendan Alcántara *et al.* (2022). En definitiva, esto permite que otros profesores puedan usarlo con la certeza de que este recurso, probablemente, no genere concepciones erróneas. La valoración artística puede considerarse aceptable, clara y fundamentada como sugiere Coelho (2024) que debe ser. Teniendo en cuenta el juicio de expertos, además, cabe resaltar que los usuarios (estudiantes que leyeron el cuento y expresaron su opinión) manifestaron haber encontrado como muy atractivas las caricaturas ya que hicieron la lectura más divertida o entretenida. Se observa que los puntajes obtenidos en las dimensiones que evaluaron los usuarios, si bien parecieran pobres, eran los esperados. Esto puede deberse

a la problemática previamente descrita sobre el desinterés por la lectura. De hecho, se les cuestionó a los usuarios sobre el gusto por leer contenidos relacionados con ciencia en general y sólo el 28.6 % manifestó una complacencia plena. Esto, eventualmente, explica estos resultados.

La efectividad del cuento, en términos de aprendizaje como lo sugieren Dudley *et al.* (2023), se podrá constatar cuando se utilice el recurso en las aulas, preferentemente como detonante para el aprendizaje o como parte de una metodología de aprendizaje activo.

1. Presentar. Como resultado se tiene un cuento científico que puede usarse para fortalecer el aprendizaje o como elemento de divulgación. En el Apéndice 3 se muestra el producto final.

Respecto de las limitaciones de los cuentos, es probable que algunos conceptos técnicos que se plantean no tengan la profundidad que se requiere o estén presentados en la narrativa de forma somera, lo que puede derivar en una comprensión superficial. De igual modo, es posible que los lectores entiendan el mensaje principal de forma limitada o errónea. Otro riesgo de un cuento es que la fundamentación científica esté equivocada y sea pobre o los términos técnicos se utilicen de forma equivocada. También es cierto que hay aprendices a quienes este tipo de recursos no les agrada. Medir el aprendizaje a partir de un cuento científico es otro desafío. Por las razones expuestas, se hace necesario el desarrollo de metodologías para el diseño de un cuento científico. Se considera que otra limitación fue el pilotaje, no en términos del número de individuos sino respecto a la oportunidad de comprobar, mediante test estandarizados o grupos de discusión, si realmente se hizo la lectura del cuento y los efectos en la comprensión sobre elementos como inercia, diferencia entre masa y peso, instrumentos de medición, unidades, entre otros.

## 5. Conclusiones

La evidencia muestra que se proporciona a los lectores un recurso educativo con rigor científico. Asimismo, la IBD mediante las fases: enfocar, comprender, entender, definir, concebir, construir y probar, suministra pasos para realizar cuentos científicos. A primera vista, los usuarios con los que se piloteó el cuento científico lo evaluaron como un recurso relativamente claro, interesante, que usa lenguaje medianamente accesible y tiene personajes moderadamente bien representados física y psicológicamente. Por lo tanto, la recomendación es que el cuento debe usarse como un recurso adicional el cual, para profundizar el aprendizaje, debe acompañarse de discusión entre pares e incluirse como parte de una secuencia didáctica.

Este documento constituye una aportación al ámbito de la didáctica de las ciencias, toda vez que invita a los profesores, primero, a crear recursos para sus clases de forma metodológica y, segundo, a trabajar de forma colaborativa, reconocer sus limitaciones y aceptar la crítica y retroalimentación de otros profesores.

Finalmente, el cuento científico *El diario de Isaac, una gallina* da pauta para análisis de otro tipo, tal como: la resiliencia, la evolución de las ideas científicas, las diferencias de ideas en el ámbito profesional, el valor del trabajo intelectual como medio de movilidad social, entre otros. Entonces en buena medida dependerá del profesor sacar mayor o menor provecho del recurso para transversalizar conocimiento científico y a lo mejor estimular habilidades socioemocionales en los estudiantes.

## 6. Referencias

- Acosta, I., Escanaverino, E. y Cubillas, F. (2020). Comprensión de textos y conocimientos previos. Zonas de sombra y significados. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica*, 19(19), 125-152. <https://fidesetratio.ulasalle.edu.bo/index.php/fidesetratio/article/view/62>
- Alberich, J., Gómez, D. y Ferrer, A. (2013). Percepción visual. *España: Universitat Oberta de Catalunya*.
- Alcántara, J., Aguilar, S., y Vara, A. (2022). Contar las ciencias: una práctica interdisciplinar en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria Bilingüe. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 26(1), 149-169. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v26i1.15715>
- Alvarado, O. (2015). La literatura de ciencia ficción: Una mirada al futuro en tiempo presente. *Revista Humanidades: Revista de la Escuela de Estudios Generales*, 5(2), 1-21. <https://doi.org/10.15517/h.v5i2.21211>
- Anderson, T. y Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Area, M. (2019). *Guía para la producción y uso de materiales didácticos digitales: recomendaciones de buenas prácticas para productores, profesorado y familias*. Universidad de La Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/16086>
- Bauer, W. y Westfall, G. (2011). *University physics with modern physics*. McGraw-Hill.
- Borregales, Y. (2017). Importancia de la caricatura como fuente de conocimiento histórico. *Tiempo y Espacio*, 27(68), 111-128. <https://ve.scielo.org/pdf/te/v27n68/art07.pdf>
- Boscolo, A., Lippiello, S. y Pierri, A. (2024). Storytelling as a skeleton to design a learning unit: A model for teaching and learning optics. *Education Sciences*, 14(3), 1-15. <https://doi.org/10.3390/educsci14030218>
- British Broadcasting Corporation BBC [British Broadcasting Corporation]. (2003). *Secret Life of Isaac Newton - Full Documentary* [Archivo de video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=xq98FbsEhaM>
- Caro, A. y Carrillo, L. (s.f.). *La novela de ciencia ficción: una introducción*. Novela de Ciencia Ficción. <https://www.bne.es/es/>

- [Micrositios/Guias/NovelaCienciaFiccion/Introduccion/#:~:text=La%20ciencia%20ficci%C3%B3n%20es%20un,su%20impacto%20en%20la%20sociedad](#)
- Chapela, A. (2014). Entre ficción y ciencia: El uso de la narrativa en la enseñanza de la ciencia. *Educación química*, 25(1), 2-6. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70516-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70516-6)
- Coelho, F. (25 de octubre de 2024). Elementos de un cuento. Enciclopedia del Lenguaje. <https://lenguaje.com/elementos-de-un-cuento/>
- de Andrés, M., Álvarez, G., San Martín, M., Suárez, C. y Martín, A. (2005). El diablo de los números. *Revista Suma*, (49), 47-52. <https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/49/047-052.pdf>
- Corni, F. (2014). Stories in physics education. En B. G. Sidarth, M. Michelini y L. Santi (Eds.), *Frontiers of fundamental physics and physics education research* (pp. 385-396). Cham: Springer International Publishing.
- Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (séptima edición). Cengage Learning Editores.
- Diz, M. y Fernández, R. (2018). Criterios para el análisis y elaboración de materiales didácticos coeducativos para la educación infantil. *RELAdEI. Revista Latinoamericana De Educación Infantil*, 4(1), 105-124.
- Dulsat, C. y Rodríguez, R. E. (2020). El cuento: experiencia de aprendizaje y enseñanza de las ciencias. En E. De la Torre Fernández (Ed.), *Contextos universitarios transformadores: Boas prácticas no marco dos GID* (pp. 71-82). Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións.
- Dudley, M. Z., Squires, G. K., Petroske, T. M., Dawson, S. y Brewer, J. (2023). The use of narrative in science and health communication: a scoping review. *Patient Education and Counseling*, 112, 107-114. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2023.107752>
- Easterday, M. W., Rees Lewis, D. G., & Gerber, E. M. (2018). The logic of design research. *Learning: Research and Practice*, 4(2), 131-160. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2023.107752>
- Erfan, M. y Ratu, T. (2018). Analysis of student difficulties in understanding the concept of Newton's law of motion. (*JIPF*) *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 3(1), 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2023.107752>
- Escobar, F., Horta, F. y Ramírez, M. (2022). Contextualización de la física en ingeniería a partir de investigación basada en diseño. *Voces de la educación*, 7(14), 3-47.
- Equipo editorial, Etecé. (14 de septiembre de 2016). Cuento. Enciclopedia de humanidades. <https://humanidades.com/cuento/>
- Enzensberger, H. M. (1997). *El diablo de los números* (décimosegunda edición). Ediciones Siruela.
- Flores, W., León, O., Almanza, I., Lopes, M., Córdova, M., Martínez, F., Pantoja, C., Sarraipa, J., Calderón, D., Gutiérrez y Restrepo, E. y Guevara, J. (2019). *Modelo de validación*. Proyecto ACACIA. [https://acacia.red/wp-content/uploads/2019/09/Manual\\_de\\_validacion.pdf](https://acacia.red/wp-content/uploads/2019/09/Manual_de_validacion.pdf)
- Fowler, S. y Leonard, S. (2021). Using design based research to shift perspectives: a model for sustainable professional development for the innovative use of digital tools. *Professional Development in Education*, 50(1), 192-204. <https://doi.org/10.1080/19415257.2021.1955732>
- Grace, N. (2007). A Creation Story. En *Jack Kerouac and the Literary Imagination* (27-54). Palgrave Macmillan New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-349-73466-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-349-73466-5_2)
- Guisasola, J., Ametller, J. y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i1.1801](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801)
- Guillen, M. (2015). *Cinco ecuaciones que cambiaron el mundo: el poder y la oculta belleza de las matemáticas* (1era edición). Debolsillo.
- Gürsoy, G. (2021). Digital Storytelling: Developing 21st Century Skills in Science Education. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 97-113.
- Heredia Ancona, B. (2008). *Manual para la elaboración de material didáctico* (segunda edición). Trillas.

- Hoadley, C. y Campos, F. C. (2022). Design-based research: What it is and why it matters to studying online learning. *Educational Psychologist*, 57(3), 207-220. <https://doi.org/10.1080/00461520.2022.2079128>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). *Módulo sobre lectura (MOLEC)*. México. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/molec/doc/resultados\\_molec\\_feb22.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/molec/doc/resultados_molec_feb22.pdf)
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2019). *La importancia de la comprensión lectora*. México. <https://www.inee.edu.mx/la-importancia-de-la-comprension-lectora/#:~:text=La%20lectura%2C%20por%20supuesto%2C%20es,permite%20interpretar%20el%20discurso%20escrito>
- Jardim, W. T., Guerra, A. y Schiffer, H. (2021). History of science in physics teaching: possibilities for contextualized teaching?. *Science & Education*, 30, 609-638. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00191-x>
- Khan, S. [KhanAcademyEspañol]. (20 de abril de 2014). *Primera ley de Newton sobre el movimiento* [Archivo de Video]. YouTube. <https://youtu.be/d2ImFwlqiEQ>
- Kinney, J. (2007). *Diario de Greg. Un renacuajo*. Molino.
- Kucheriavyi, O. (2022). *Didactic fairy tale designing as a key to proactive training of Physics and Mathematics at primary schools*. *Journal of Physics: Conference Series*, 2288, 1-13. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2288/1/012034>
- Márquez Jiménez, A. (2017). Sobre lectura, hábito lector y sistema educativo. *Perfiles educativos*, 39(155), 3-18. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2017.155.58100>
- MedlinePlus (29 de abril de 2023). *Sistema límbico*. [https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp\\_imagepages/19244.htm](https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/19244.htm)
- Mendoza, B. (2011). *Construcción de un dinamómetro*. Física en movimiento. <https://betyciencias2.blogspot.com/2011/11/construccion-de-un-dinamometro.html>
- Miller, C. (5 de diciembre de 2023). *Why Kids Love the 'Wimpy Kid' Series*. Child Mind Institute. [childmind.org/article/here-comes-wimpy-kid-no-6-why-kids-love-the-ugly-truth/](https://childmind.org/article/here-comes-wimpy-kid-no-6-why-kids-love-the-ugly-truth/)
- Morales, R. y Díez, E. (2020). Revisión de metodologías para diseñar Objetos de Aprendizaje OA: un apoyo para docentes. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (26), 35-46. <https://doi.org/10.24215/18509959.26.e4>
- Montilla, J. y Kromrey, J. (2010). Robustez de las pruebas T en comparación de medias, ante violaciones de supuestos de normalidad y homocedasticidad. *Ciencia e Ingeniería*, 31(2), 101-107.
- Namakforoosh, M. N. (2005). *Metodología de la investigación* (segunda edición). Limusa.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, (s.f). *Investigación basada en el diseño en educación*. [https://liderazgoescolar.uc.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1057:investigacion-basada-en-el-diseno-en-educacion&catid=13&Itemid=291](https://liderazgoescolar.uc.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=1057:investigacion-basada-en-el-diseno-en-educacion&catid=13&Itemid=291)
- Putra, A. y Heriyanto, N. (2020). Analysis of student's understanding about Newton's laws, in terms of perceptions to learning in senior high school. *Journal of Physics Conference Series*, 1481, 1-13. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012134>
- Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. S. (2002). *Física, Volumen I* (4ta edición). Grupo Editorial Patria.
- Restrepo, G., Calvachi Gálvez, L., Cano Álvarez, I. C. y Ruiz Márquez, A. L. (2019). Las funciones ejecutivas y la lectura: Revisión sistemática de la literatura. *Informes Psicológicos*, 19(2), 81-94. <https://doi.org/10.18566/infpsic.v19n2a06>
- Rossi, A., Lucci, C. y Urbani, M. (2020). *Guía para la elaboración de materiales educativos. Materiales escritos (impresos y/o digitales)*. Universidad Nacional del Litoral <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5829>
- Sears, L. y Freedman, A. (2005). *Física universitaria, volumen I*. Pearson Educación.
- Serway, R. y Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería, volumen I* (séptima edición). Cengage Learning.
- Sheppard, S. D. y Tongue, B. H. (2009). *Estática: análisis y diseño de sistemas en equilibrio*. Limusa Wiley.

- Syuhendri, S. (2022). Teaching for conceptual change on Newton's First Law. *Journal of Physics: Conference Series*, 2165, 1-6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2165/1/012036>
- Soboleva, E. V., Zhumakulov, K. K., Umurkulov, K. P., Ibragimov, G. I., Kochneva, L. V. y Timofeeva, M. O. (2022). Developing a personalised learning model based on interactive novels to improve the quality of mathematics education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(2), 1-17. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11590>
- Tisza, G. y Markopoulos, P. (2023). FunQ: Measuring the fun experience of a learning activity with adolescents. *Current Psychology*, 42, 1936-1956. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01484-2>
- Verdugo Fabiani, H. G. (2003). Cuentos didácticos de Física ...y las masas tenían su reino. [https://www.secst.cl/upfiles/documentos/03092015\\_922am\\_55e865c3a60ae.pdf](https://www.secst.cl/upfiles/documentos/03092015_922am_55e865c3a60ae.pdf)
- Vital, M. (2017). La lectura y su importancia en la adolescencia. *Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4*, 5(10).
- Wilson, K. y Korn, J. H. (2007). Attention during lectures: Beyond ten minutes. *Teaching of Psychology*, 34(2), 85-89.

## Apéndice 1. Análisis de la primera ley del movimiento de Newton

Autores	Definición de la primera Ley de Newton y consideraciones relevantes.
Sears y Freedman (2005, p. 129)	“La suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo (la fuerza neta) es cero, el cuerpo está en equilibrio y tiene aceleración cero. Si el cuerpo está inicialmente en reposo, permanece en reposo; si está inicialmente en movimiento, sigue moviéndose con velocidad constante. Esta ley solo es válida en marcos de referencia inerciales”.
Resnick, et al. (2002, p. 43)	“Consideremos un cuerpo sobre el cual no opera ninguna fuerza neta. Si se encuentra en reposo, permanecerá en ese estado. Si se encuentra en reposo, permanecerá en ese estado. Si se mueve con velocidad constante, seguirá desplazándose.”
Serway y Jewett (2008, p. 119)	“Establece que es posible encontrar un marco inercial en el que un objeto que no interactúa con otros objetos experimenta aceleración cero o, de manera equivalente, en ausencia de una fuerza externa, cuando se observa desde un marco inercial, un objeto en reposo permanece en reposo y un objeto en movimiento rectilíneo uniforme conserva dicho movimiento.”
Bauer y Westfall (2011, p. 79)	“Si la fuerza neta sobre un objeto es igual a cero, el objeto permanecerá en reposo si estaba en reposo. Si se estaba moviendo, continuará en movimiento en línea recta con la misma velocidad constante.
Sheppard y Tongue (2009, p. 4)	“Un objeto permanecerá en reposo (si originalmente estaba en reposo) o se moverá a velocidad constante en línea recta (si originalmente estaba en movimiento) si la fuerza resultante que actúa sobre el mismo es cero”.

## Apéndice 2. Matriz analítica sobre el abordaje de la primera ley de Newton en textos de Física

Autores/conceptos vinculados las leyes del movimiento de Newton	Concepto de masa y peso	Medición de masa y peso	Unidades de masa y peso	Sistema de referencia inercial
Sears y Freedman (2005)				
Resnick et al. (2002)				
Serway y Jewett (2009)				
Bauer y Westfall (2011)				
Sheppard y Tongue (2009)				

**Apéndice 3.** Cuento: <https://n9.cl/eldiariodeisaac>

**Anexo 1.** Escala de valoración para cuento modificada de Alcántara *et al.* (2022)

	Ítems	Categoría	Descripción	0	1	2	3	4	5
Físicos con experiencia en didáctica de la Física	1	Tema científico	El cuento se vincula a la mecánica clásica con énfasis en la primera ley de Newton, sin ser limitativo.						
	2	Ideas clave	Transmite las ideas científicas clave del tema con claridad y eficacia para la edad indicada.						
	3	Errores conceptuales	No se basa en ideas científicas erróneas ni incurre en errores conceptuales.						
	4	Vocabulario	Introduce y explica el léxico nuevo (contenido científico) de manera adecuada.						
	5	Aprendizaje	El cuento fomenta el aprendizaje del tema, facilitando su comprensión y posiblemente aumentando el interés de las personas destinatarias.						
Escritores profesionales	6	Selección de la historia	La historia elaborada es adecuada para el público objetivo (adolescentes entre 12 y 18 años).						
	7	Estructura	La estructura se corresponde con la del cuento: introducción, nudo y desenlace. El relato muestra coherencia y está cohesionado, de forma que resulta fácil seguir su desarrollo.						
	8	Uso artístico del lenguaje	Usa la palabra de manera lúdico-creativa y potencia el desarrollo de la imaginación: utilización de recursos como los símbolos o metáforas, el juego con el lenguaje, el humor.						
	9	Título	Incluye un título atractivo, relacionado con el tema tratado y capaz de captar la atención.						
	10	Personajes	Los personajes son atractivos, verosímiles y coherentes en su trayectoria. El público (adolescentes) puede identificarse con ellos con facilidad.						
*0 = No aplica; 1 = Muy en desacuerdo; 2 = En desacuerdo; 3 = Ni de acuerdo, ni en desacuerdo; 4 = De acuerdo; 5 = Muy de acuerdo									

