

EXPERIENCIAS SOBRE FENÓMENOS ASTRONÓMICOS EN LA ESCUELA POR MEDIO DE HISTORIETAS Y LA ESCRITURA

EXPERIÊNCIAS SOBRE FENÓMENOS ASTRONÓMICOS NA ESCOLA ATRAVÉS DE DESENHO ANIMADO E ESCRITA

EXPERIENCES ON ASTRONOMICAL PHENOMENA IN SCHOOL THROUGH COMICS AND WRITING

Gloria Patricia Romero * , Marleny Tarquino Cabra ** 

Romero, G. y Tarquino, M. (2023). Experiencias sobre fenómenos astronómicos en la escuela por medio de historietas y la escritura. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias*, Número especial, v18, pp.1-16

Resumen

En este artículo se presenta una secuencia de actividades en torno a los fenómenos astronómicos denominados “Los Eclipses” y “Las Fases de la Luna”. Dicha secuencia es producto de la sistematización y reflexión de prácticas de enseñanza llevadas a cabo en el seno del club de astronomía RFKOSMOS de un colegio público ubicado en la ciudad de Bogotá. Entonces, de un cúmulo de experiencias del club a lo largo de 16 años, se seleccionaron las asociadas a los eclipses y las fases de la Luna, las cuales se convirtieron en insumos para crear dos historietas, una propuesta de instrumentos de observación y un protocolo de escritura. En primer lugar, en cuanto a las historietas, se narran dos situaciones cercanas a la realidad de los estudiantes, estas son acompañadas de una secuencia de preguntas que pretenden fomentar la reflexión, la discusión y el análisis. En segundo lugar, se presenta una propuesta para diseñar instrumentos sencillos y prácticos compuesta por una descripción textual basada en tres consignas referenciales para los profesores, a saber, ¿Cómo construirlo?, ¿Cómo usarlo?, ¿Qué fenómenos se pueden observar y/o recrear? En tercer lugar, se propone un protocolo para incentivar la escritura epistémica en áreas no lingüísticas, el cual surge producto de la participación de las autoras en una comunidad de práctica escritural interdisciplinaria¹. Como resultados preliminares, es conveniente mencionar el material didáctico puesto a servicio de otros colegas interesados en incentivar la enseñanza-aprendizaje de la astronomía y la resignificación de la escritura en pro del aprendizaje de la física y la astronomía. Finalmente, se señala la relevancia que tiene para el aprendizaje situar fenómenos astronómicos en las realidades de los estudiantes y la importancia de fomentar prácticas escriturales que trasciendan la dimensión evaluativa, y, hagan de la escritura un ejercicio reflexivo, consciente y real.

* Magister en Educación, Universidad de La Salle, Colombia, gromero99@unisalle.edu.co – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6099-4620>

** Magister en Educación, Secretaria de Educación Distrital, Colombia, marleny.tarquino@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9635-1942>

¹ La comunidad de práctica interdisciplinaria, el protocolo de escritura y las historietas presentadas aquí surgen en el seno de la tesis doctoral titulada “El papel de la escritura epistémica en el desarrollo del pensamiento científico escolar” en el marco del doctorado en Educación y Sociedad de la Universidad de La Salle, 2022.

Palabras-Clave: Lenguaje escrito. Material educativo. Cómic. Enseñanza de la astronomía.

Abstract

In this article we present a sequence of activities, around astronomical phenomena, titled “Eclipses” and “Phases of the Moon”. Said sequence is a product of the systematization and reflection on teaching practices carried within the RFKOSMOS astronomy club, in a public school located in Bogotá, Colombia. Thus, from a cluster of teaching experiences in the club throughout 16 years, we selected some of them associated to eclipses and Moon phases, which were then transformed into inputs to create two comic strips, a proposal for observation instruments and writing protocol. First, regarding the comic strips, we narrate two situations that can be close to the reality of the students and are accompanied by a sequence of questions intended to encourage reflection, discussion, and analysis. Secondly, we present a proposal for designing simple and practical instruments consisting of a textual description based on three instructions that can be used as a reference by teachers, namely, how to build it up? How to use it? and What phenomena can be observed and/or recreated? Thirdly, we propose a protocol to encourage epistemic writing in non-linguistic areas, which arises as a result of the authors’ participation in an interdisciplinary scriptural practice community. As preliminary results, is convenient to mention the didactic material placed at the service of other colleagues interested in stimulating teaching-learning astronomy and the resignification of writing in favor of learning physics and astronomy. Finally, we point out the relevance it has for learning to place astronomical phenomena in the realities of students and the importance of foment writing practices that transcend the evaluative dimension and make writing a thoughtful, conscious, and real exercise.

Keywords: Written language. Educational material. Comics. Astronomy teaching.

Resumo

Este artigo apresenta uma sequência de atividades sobre os fenômenos astronômicos conhecidos como "Eclipses" e "As Fases da Lua". Esta sequência é o resultado da sistematização e reflexão das práticas de ensino realizadas no seio do clube de astronomia RFKOSMOS de uma escola pública situada na cidade de Bogotá. Dos 16 anos de experiência do clube, selecionamos os associados aos eclipses e às fases da lua, que se tornaram inputs para a criação de duas bandas desenhadas, uma proposta de instrumentos de observação e um protocolo de escrita. Em primeiro lugar, no que diz respeito aos desenhos animados, são narradas duas situações próximas da realidade dos estudantes, acompanhadas por uma sequência de perguntas que visam encorajar a reflexão, a discussão e a análise. Em segundo lugar, é apresentada uma proposta para a concepção de instrumentos simples e práticos, que consiste numa descrição textual baseada em três questões de referência para professores, nomeadamente: Como construí-la, como utilizá-la, que fenômenos podem ser observados e/ou recriados. Em terceiro lugar, é proposto um protocolo para encorajar a escrita epistémica em áreas não linguísticas, que surge como resultado da participação dos autores numa comunidade interdisciplinar de prática escrita. Como resultados preliminares, vale a pena mencionar o material didático colocado ao serviço de outros colegas

interessados em encorajar o ensino-aprendizagem da astronomia e a ressignificação da escrita em favor da aprendizagem da física e da astronomia. Finalmente, é salientada a relevância para a aprendizagem da localização dos fenômenos astronômicos nas realidades dos estudantes e a importância de encorajar práticas de escrita que transcendem a dimensão avaliativa e fazem da escrita um exercício reflexivo, consciente e real.

Palavras-Chave: Língua escrita. Material educativo. Desenho animado. Ensino de astronomia.

1. Introducción

La enseñanza de la astronomía en la escuela representa un reto para los profesores de las instituciones educativas. En primer lugar, porque no hace parte de los contenidos obligatorios del plan de estudios. En segundo lugar, porque dentro de los colegios se cuenta con recursos muy escasos para hacer observaciones y mediciones. Estas dos situaciones han venido siendo mitigadas con la organización de clubes de astronomía escolar (Gavilán et al., 2015; Giraldo & Cardona, 2019; Tarquino, 2016) que a través de experiencias inmersivas pretenden movilizar aprendizajes sobre temas de la astronomía y motivar a los estudiantes para que conozcan más sobre esta ciencia.

Dentro de las estrategias diseñadas, validadas e implementadas se identifican el modelado, la observación a ojo desnudo, el uso de software, las conferencias y talleres con expertos y las tareas de escritura (Bustamante-Vélez & Castro-Rojas, 2021; Langhi, 2017; Lago et al., 2018; Pérez-Lisboa et al., 2020; Romero et al., 2017).

De esas estrategias señaladas, resulta de particular interés para las investigadoras profundizar en el papel que tiene la escritura dentro de las actividades de enseñanza-aprendizaje de la astronomía, por dos razones. Primero, porque consideramos que se ha venido desaprovechando el potencial epistémico de la escritura en las clases de ciencias y astronomía a favor del desarrollo de un pensamiento más científico y crítico. Segundo, porque la

enseñanza-aprendizaje de las ciencias en general, requiere hablar, escribir, leer y pensar en términos de un lenguaje científico (Lemke, 1997), el cual se adquiere por medio de interacciones en comunidades disciplinares.

Por otra parte, se recurre a las Historietas Conceptuales Contextualizadas (Reyes et al., 2019) como herramientas para propiciar en los estudiantes preguntas, reflexiones, discusiones, observaciones, mediciones y conclusiones. Estas historietas están inspiradas en las experiencias y reflexiones de un grupo de estudiantes pertenecientes al club de Astronomía RFKOSMOS, los cuales en sus prácticas tuvieron la oportunidad de observar y/o caracterizar fenómenos astronómicos, como, por ejemplo, las fases de la Luna y los eclipses.

En este sentido, se presenta aquí una estrategia pedagógica para fomentar la enseñanza de la astronomía en la escuela, la cual está compuesta por tres herramientas que desde su dimensión interdisciplinar contribuyen a la motivación y aprendizaje de conceptos físicos, astronómicos y matemáticos.

2. Marco de Referencia

En este apartado se desarrollan los tres campos conceptuales que fundamentan la secuencia de actividades, a saber: enseñanza de “Los eclipses” y “Las Fases de la Luna”, la escritura epistémica y las Historietas Conceptuales Contextualizadas.

2.1. Enseñanza de los eclipses y las fases de la Luna.

Para abordar la enseñanza de la astronomía los profesores recurren a modelos físicos, virtuales y a materiales didácticos disponibles en libros de texto o la web. Sin embargo, según Langhi y Nardi (2009) y Galperin y Raviolo (2017) algunos de estos recursos promueven tanto en los estudiantes como en los profesores errores conceptuales y/o didácticos que llevan a comprensiones incorrectas sobre los fenómenos astronómicos. De ahí que estén emergiendo propuestas que tengan en cuenta la ubicación geográfica de los estudiantes, sus necesidades reales, el acceso a fuentes de información confiables, metodologías innovadoras e interesantes, así como las concepciones alternativas frente a los fenómenos astronómicos (Langhi, 2017).

Para abordar la enseñanza de las fases de la Luna se requiere fomentar conocimientos sobre los movimientos del sistema Tierra-Luna-Sol, para evitar que predominen concepciones en las que, por ejemplo, la Luna no cambia de posición. Según Kriner (2004) la similitud entre los periodos de los movimientos de rotación y traslación de la Luna trae como consecuencia que desde la Tierra solo sea visible la misma mitad de la Luna, pero no necesariamente responde a que la Luna permanezca inmóvil. Al ser la Luna un cuerpo opaco que refleja la luz del Sol solo son visibles las zonas que ilumina el Sol, esas zonas corresponden con las fases de la Luna.

Las fases de la Luna dependen de la posición de la Tierra y la Luna respecto al Sol, lo cual a su vez implica que los tres cuerpos no se encuentran en el mismo plano, tal y como lo representan en algunos materiales didácticos (Camino, 1995; Galperin & Raviolo, 2017).

En cuanto a “los eclipses son procesos, en el espacio y en el tiempo” (Paolantonio & Camino, 2020, p. 35) ocasionados por la proyección de la sombra de un astro sobre otro, impidiendo la observación del segundo objeto que se

encuentra en penumbra total o parcial por un determinado tiempo (Galperin, 2021). Los eclipses de Sol ocurren cuando se alinean Sol-Luna-Tierra, la Luna se ubica delante del Sol e impide que pueda ser visualizado, según la ubicación geográfica del observador este apreciará un eclipse total, anular o parcial dado que la Luna proyecta su sombra en una región pequeña de la Tierra (Galperin et al., 2020; Lema, 2020).

Por otra parte, un eclipse de Luna se produce en la fase de Luna llena cuando la Tierra se interpone entre la Luna y el Sol, de tal manera que la Tierra produce una sombra sobre la Luna. De acuerdo a los movimientos Sol-Tierra-Luna se producen tres tipos de eclipses lunares: eclipse total, parcial y penumbral. En un eclipse total, la Luna se oscurece totalmente porque se ubica en la zona umbral de la Tierra, ocasionando que la Luna tome una coloración rojiza dado que la única luz que recibe es aquella que atraviesa la atmósfera de la Tierra. De la misma forma, en un eclipse parcial, la Luna se oscurece solo una parte porque no entra completamente en la sombra de la Tierra, es decir se ubica en la umbra. Finalmente, un eclipse penumbral ocurre cuando la Luna pasa por las afueras, o la zona penumbral de la Tierra, pero creando una sombra más tenue que lo hace menos perceptible desde la Tierra.

2.2. Escritura epistémica.

El concepto de escritura epistémica hace referencia a una escritura que permite construir y reconstruir el pensamiento mediante la revisión y reflexión de las ideas propias, el diálogo con el posible lector, y, la autorregulación que el escritor realiza sobre sus propios procesos (Emig, 1977; Applebee, 1984; Wells, 1990; Miras, 2000). El nivel epistémico de la escritura implica operaciones mentales que transitan desde la lectura, la construcción de objetivos, la identificación del destinatario, la textualización, la revisión, la reescritura, la

Proceso	Subprocesos
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de información • Generación de ideas • Proposición de argumentos • Definición de la audiencia • Estructuración de las ideas • Gestión del tiempo • Organización textual
Textualización	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenación sintáctica • Uso de recursos ortográficos • Selección léxica • Ampliación de las ideas
Revisión	<ul style="list-style-type: none"> • Relectura • Aspectos estéticos • Consistencia interna • Reescritura

profundización conceptual, la discusión, la argumentación, el análisis y la categorización (Carlino, 2002; Córdova et al., 2016; Costa-Pereira et al., 2019; Giraldo- Giraldo, 2020).

Escribir epistémicamente según Miras (2000) demanda usar el lenguaje escrito a favor de la construcción de conocimiento, la autorregulación y la reflexión. Sin embargo, no es una tarea inmediata o sencilla, se requieren ejecutar procesos educativos, cognitivos y sociales que posicionen la escritura en todas sus dimensiones, faciliten pertenecer a comunidades disciplinares y acceder a prácticas académicas que han sido restringidas a niveles de educación superior.

En cuanto a los procesos implícitos en la escritura epistémica, Carlino, 2005; Navarro et al. (2020), Miras (2000), entre otros; retoman el modelo de transformar el conocimiento propuesto por Scardamalia y Bereiter (1992), señalando la importancia de fomentar una dialéctica entre el espacio temático y el retórico, la consideración de la audiencia y desarrollar la planeación, textualización y revisión como procesos continuos. Cada uno de estos procesos involucra otros subprocesos (Tabla 1) que pueden ir siendo

fomentados de manera gradual en las tareas de escritura.

Tabla 1. Procesos y subprocesos de la escritura epistémica.

Fuente: las autoras

En el caso de la física, Hoehn y Lewandowski (2020) señalan que la escritura es una herramienta que posee el potencial para interiorizar los saberes, contribuye a resignificar las experiencias, los conocimientos y las prácticas científicas. Además, le provee al estudiante la posibilidad de organizar sus ideas, controlar y evaluar actividades cognitivas tales como la comparación, el análisis, la diferenciación, la síntesis, la clasificación, la inferencia; que son necesarias en el aprendizaje de las ciencias naturales (Applebee, 1984; Olson, 1998; Scardamalia & Bereiter, 1992; Graham et al., 2020). Sin embargo, resulta ser un desafío para los profesores de física dadas las concepciones que circulan dentro de las escuelas: en primer lugar, se cree que la lectura y la escritura son habilidades generales que se aprenden una sola vez y perduran a lo largo de toda la escolaridad, y, se pueden aplicar a cualquier contexto académico por tratarse de habilidades generales. En segundo lugar, se ha instaurado el imaginario colectivo que la responsabilidad de enseñar estas habilidades es exclusiva del profesor de lenguaje (Russell, 2002), de ahí las frecuentes quejas e inconformidades de los profesores sobre los bajos desempeños de los estudiantes en tareas escriturales. En tercer lugar, Navarro y Revel (2021) destacan que los profesores tienen una autopercepción de su escasa formación en prácticas de escritura, resultándoles más sencillo reproducir modelos transmisionistas y ejercer control por medio de las producciones escritas.

Por estas razones, el llamado que se viene haciendo es a resignificar la función evaluativa y comunicativa que cumple la escritura dentro de

las prácticas de enseñanza-aprendizaje de la física y la astronomía. A incluir la escritura como un ejercicio reflexivo, continuo, mediado y situado social e históricamente en los contextos de los estudiantes.

2.3. Historietas Conceptuales Contextualizadas.

Las Historietas Conceptuales Contextualizadas (HCC) devienen de la propuesta de Concept Cartoons de Keogh y Naylor (1999) diseñada para acercar a los adultos de Londres a conceptos científicos por medio de carteles ubicados en el metro, los cuales incluían diálogos en forma de afirmaciones o preguntas. Estos dibujos funcionan como estímulos para generar preguntas, motivar, intrigar, provocar discusiones y pensar científicamente (Long & Marson, 2003).

Las HCC hacen referencia a una narrativa secuencial organizada en viñetas que presentan situaciones de la cotidianidad de los estudiantes (Reyes et al., 2019). En las HCC se aprecian diálogos referentes a ideas alternativas y científicas entre personajes situados espacial y temporalmente (Jaimes et al., 2021).

Estas HCC actúan como herramientas didácticas, conceptuales y motivacionales para la enseñanza de la física y la astronomía (Montaño et al., 2022). A nivel didáctico le facilitan al profesor la presentación de fenómenos que en ocasiones parecen desconectados de la realidad de los estudiantes cuando se abordan con metodologías tradicionales o transmisionistas. En cuanto a la dimensión conceptual, promueven explicaciones y comprensiones que son producto de las relaciones que los estudiantes establecen con la narrativa y sus saberes, también, la exploración de otros conceptos interdisciplinarios que van surgiendo a medida que se discute y reflexiona sobre la historieta.

Finalmente, a nivel motivacional los estudiantes se interesan, sienten afinidad y sentido de

pertenencia con las actividades propuestas en torno a las HCC, no solo porque les resultan familiares sino porque les da la libertad de experimentar, indagar, preguntar, discutir e innovar (Reyes et al., 2020).

3. Metodología de investigación

En este apartado se describe la estrategia seguida para la construcción de las HCC, los instrumentos de observación y el protocolo de escritura.

3.1. Sobre las HCC.

En cuanto a la construcción de las HCC se eligieron los fenómenos astronómicos “las fases de la Luna” y “los eclipses”, los cuales habían sido abordados previamente en el club de astronomía RFKOSMOS de una institución educativa en la ciudad de Bogotá, mediante una secuencia de actividades de observación con instrumentos elaborados en el club.

A partir de estas experiencias se decidió diseñar los guiones teniendo en cuenta los mitos en torno a la incidencia de la Luna en la agricultura (Sánchez, 2010) y las diferencias entre los eclipses solares y los eclipses lunares.

Junto a estas historietas se adaptaron los protocolos propuestos por Reyes et al., (2019; 2020) para fomentar en los estudiantes preguntas, reflexiones y planes experimentales, y, se definieron cuatro categorías principales (tabla 2) que abarcan los ítems del protocolo de la HCC.

Tabla 2. Protocolo de interacción con las HCC.

Categoría	Ítem
Comprensiones	¿Qué entendieron de la historieta?
	¿Qué fenómenos astronómicos evidencian dentro de la historieta?
	¿Qué preguntas, reflexiones o comentarios les surgen?

Conjeturas	¿Qué tipo de observaciones, mediciones y/o experiencias se podrían relacionar con la situación desarrollada en la historieta?
	¿Qué hipótesis les surgen luego de leer la historieta?
Motivacional	De esas observaciones, mediciones y/o experiencias, ¿Cuál les gustaría desarrollar en el club de astronomía? ¿Por qué?
	¿Qué instrumentos necesitan?
Experiencial	¿Cuál es el plan de observación y/o medición que siguieron?
	¿Qué datos recopilaron?
	¿A qué conclusiones llegaron?

Fuente: las autoras.

3.2. Instrumentos de observación y/o medición.

A continuación, se presenta la descripción de dos instrumentos construidos en el club de astronomía para la observación de un eclipse solar y las fases de la Luna junto con tres consignas: ¿Cómo construirlo?, ¿Qué fenómenos se pueden observar y/o recrear? Y ¿Cómo usarlo? Resulta conveniente señalar que el proceso mencionado aquí no ahonda aspectos técnicos o de medición, dado que en la web existen reseñas de diversos tipos de materiales diseñados para tal fin.

Cámara para Eclipse de Sol

Materiales

- 2 tubos de cartón concéntricos de diferente diámetro o puede construirlos con cartulina o cartón
- Pedazo de papel aluminio
- Papel milimetrado mantequilla
- Aguja para insulina
- Soporte para estabilizar
- Circunferencia hecha de cartulina de mayor diámetro que el de los tubos

¿Cómo construirlo?

Ensamble los dos tubos uno dentro del otro de tal manera que puedan deslizarse (Figura 1). Cubra el extremo del tubo de mayor diámetro con papel milimetrado, mientras que en el otro extremo del tubo de menor diámetro se fija el papel aluminio, use pegamento. Posteriormente, sobre el papel aluminio que fijo a la boca del tubo abra un orificio centrado con ayuda de la aguja. Use el soporte para estabilizar el instrumento.



Figura 1. Montaje y observaciones de la cámara para eclipses solares. **Fuente:** las autoras.

¿Qué fenómenos se pueden observar y/o recrear?

- El Sol
- Eclipses solares (total o parcial)

¿Cómo usarlo?

Dirija el instrumento hacia el Sol (recuerde no ver directamente al Sol sin protección visual) de tal manera que el extremo que tenga el papel milimetrado esta cerca del ojo y el otro extremo deje pasar la luz a través del orificio que se reflejará en el papel milimetrado.

Si desea fotografiar el fenómeno se ubica la cámara en el extremo donde esta el papel milimetrado.

Modelo de fases de la Luna

Materiales

- Caja de zapatos con tapa
- Una bola de icopor de 10 cm de diámetro aproximadamente
- Nylon
- Silicona
- Bisturí
- Fuente de luz (linterna o foco)
- Pintura o cartulina negra

¿Cómo construirlo?

Pintar o forrar las superficies internas de la caja. En la tapa ubicar el centro y suspender con el nylon la bola de icopor. En los laterales abra orificios centrados que coincidan con la posición de la bola de icopor, en uno de los frontales abra un orificio centrado de tal manera que deje pasar la luz de la fuente (linterna o foco). En el otro frontal se hace un orificio similar al de los laterales para hacer las observaciones.

¿Qué fenómenos se pueden observar y/o recrear?

- Las fases de la Luna

¿Cómo usarlo?

Ubique la fuente de luz en uno de los frontales, luego observe y describa lo que aprecie, si es posible haga un registro fotográfico.

Pídale al estudiante que relacione la observación con las fases de la Luna y que compare con el calendario lunar del mes, además de hacer una observación a ojo desnudo de la Luna en diferentes momentos.

3.3. Protocolo de escritura.

El protocolo de escritura surge de la participación de las autoras en una comunidad de práctica escritural interdisciplinar denominada “Re-escribiendo Las Américas”, la cual está conformada por profesoras de física, biología, lenguaje e inglés. Como producto de las interacciones en la comunidad y tras discusiones colegiadas, fue posible construir un protocolo para abordar las tareas de escritura de manera

transversal, el cual está dispuesto según los procesos de la escritura epistémica y la estructura de los textos expositivos desarrollada por Muth (1990).

El protocolo está compuesto por cuatro actividades centrales:

- a) Presentación de la tarea escritural
- b) Preparación del primer borrador
- c) Reescritura del texto
- d) Evaluación

Para cada actividad se plantearon actividades secundarias (Figura 2) que son adaptadas según la asignatura o los requerimientos de la tarea escritural.



Figura 2. Actividades del protocolo de escritura. Fuente: adaptado de Romero (2023).

En cuanto a la presentación de la tarea escritural se propone una estructura de texto expositivo (Figura 3) para ser abordada con los estudiantes en cada asignatura, adicionalmente son incluidas unas preguntas orientadoras que sirven de referente sobre el contenido a presentar en el texto. Seguidamente se incentiva la preparación del primer borrador, creando un tejido entre la experiencia con la historieta, el protocolo de preguntas y las actividades provocadoras empleadas por el profesor para que el estudiante reconozca lo que sabe y lo que aún desconoce sobre el tema.



Figura 3. Estructura del texto expositivo. **Fuente:** Romero (2023).

Posteriormente, el estudiante cuenta con tiempo para avanzar en la construcción del primer borrador, el cual en la sesión siguiente será leído por un compañero de la clase. El objetivo de esta práctica es que el escritor identifique las ideas que al lector le resultan confusas, superficiales o inconclusas, así tiene la oportunidad de escribir pensando en una audiencia real. Con esa primera revisión, el estudiante procede a reescribir el texto. Tras la reescritura, el profesor es el encargado de leer con la mirada puesta en la estructura del texto expositivo y los procesos de la escritura epistémica (Tabla 3).

Tabla 3. Rúbrica de procesos de escritura.

Proceso	
Planeación	Busca información
	Organiza ideas
	Construye un mapa de ideas, una lluvia de ideas o fichas de lectura
	Define el destinatario del texto
Textualización	Define el propósito del texto
	Discute sus ideas con sus pares o el profesor (a)
Textualización	Construye un borrador
	Lee el texto
	Ajusta el escrito a la estructura del texto expositivo
	Propone e implementa correcciones

Reescritura	Reescribe el texto
	Evalúa su producción escrita

Fuente: Romero (2023).

Para que la revisión del texto por parte del profesor resulte en una oportunidad de mejora para el estudiante, se diseñó una rúbrica de textos expositivos en la comunidad de práctica (Tabla 4). El ítem señalado en color verde corresponde a la superestructura del texto, en color amarillo se resalta la macroestructura y en azul la microestructura. Esta rúbrica puede ser empleada como instrumento de autoevaluación, coevaluación o evaluación final.

Tabla 4. Rúbrica de textos expositivos.

Criterio	Nivel			
	Sup	Alt	Bas	Baj
El texto presenta un inicio, un desarrollo y un cierre	.	o	.	o
En el texto presenta la definición/descripción del fenómeno estudiado				
En el texto se presentan tipologías/clasificaciones				
En el texto se desarrollan ejemplos/ analogías/ contrastes				
En el texto se incluyen imágenes/tablas/ gráficas/ diagramas/ecuaciones				
El texto presenta una reflexión/síntesis/conclusión				
Las ideas son coherentes				
Utiliza de forma correcta los conectores lógicos				
Cita y referencia correctamente otros textos				
Hace buen uso de las normas ortográficas (incluyendo las tildes)				

Usa correctamente los signos de puntuación para crear frases y párrafos con sentido

Emplea un vocabulario técnico acorde a la situación

Fuente: Romero (2023).

Finalmente, el estudiante se autoevalúa a la luz de la estructura del texto expositivo socializada inicialmente, las preguntas orientadoras sobre el contenido del texto y la rúbrica de los procesos de escritura epistémica. Mientras que el profesor realiza una evaluación de las habilidades de pensamiento científico evidenciadas a lo largo de toda la actividad, aquí resulta necesario señalar que cada una de las profesoras pertenecientes a la comunidad diseñó su propia rúbrica de pensamiento científico, aquí se presenta la acogida por las autoras:

- Explica y caracteriza el fenómeno o situación
- Construye hipótesis y/o predicciones
- Propone un plan de observación
- Identifica las variables
- Desarrolla planes de medición
- Presenta y explica los resultados obtenidos
- Emplea tablas, gráficos, diagramas y ecuaciones para organizar y presentar la información
- Analiza y contrasta las hipótesis con las observaciones y/o mediciones
- Concluye y propone nuevas preguntas asociadas al fenómeno estudiado
- Explica las relaciones con otros fenómenos astronómicos
- Relaciona los fenómenos con eventos de la vida cotidiana (adaptado de Cáceres, 2015)

4. Resultados

Tras la construcción de las tres herramientas didácticas, se procedió a estructurar la secuencia

de actividades y para efectos de este avance de investigación se segmentó en tres secciones:

a. Interacción con la HCC

Consiste en la entrega de la HCC a los estudiantes (Figura 4 y 5) para que la lean individual o grupalmente. Como se aprecia en la figura 4 la HCC presenta una narrativa en torno a un grupo de amigos que dialogan sobre una experiencia con la observación de un fenómeno solar en Argentina que resulta ser muy diferente a lo sucedido en Colombia, de ahí surgen algunos interrogantes sobre el tamaño de la Luna y el Sol, así como las posibles diferencias entre los eclipses.



Figura 4. HCC los eclipses. Fuente: las autoras.

Por otra parte, la HCC de la figura 5 describe una conversación entre dos primos que escuchan de la abuela una afirmación asociada a la cosecha y las fases de la Luna, esto les genera reflexiones en torno a las diferencias entre las fases de la

Luna y la posible relación con las creencias populares.



Figura 5. HCC las fases de la Luna. Fuente: las autoras.

En cuanto a la interacción con la HCC, se entrega de manera grupal el protocolo de preguntas para que los estudiantes desarrollen el plan de observación y/o medición, construyan instrumentos y discutan los hallazgos (figura 6).



Figura 6. Interacción con la HCC. Fuente: Las autoras.

b. Presentación de la tarea escritural

En cuanto a la tarea escritural, en este momento de la secuencia se propone el diseño de un texto expositivo guiado de algunas preguntas (figura 7) que buscan coadyuvar al estudiante a la construcción de ideas científicas en torno al fenómeno que están observando. Dichas preguntas abordan la caracterización y clasificación de los fenómenos, acompañadas de procesos de planeación, textualización, revisión y reescritura (Figura 8).

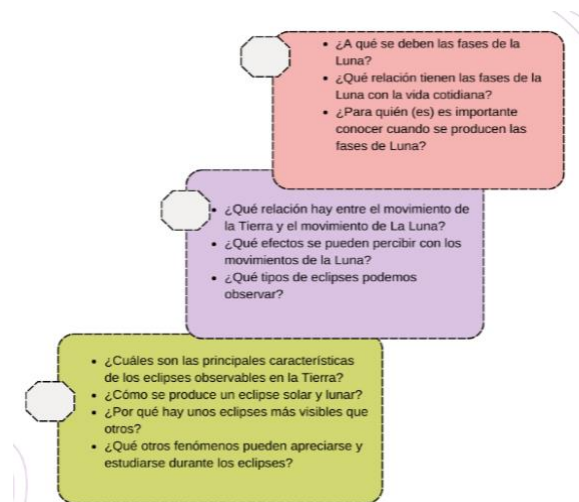


Figura 7. Preguntas orientadoras para el texto expositivo. Fuente: Romero (2023).

Como se aprecia en la figura 8, cada etapa de la tarea escritural implica desarrollar actividades de reflexión, discusión, reestructuración y revisión; así como interacciones con las rúbricas que cumplen la función de guía.

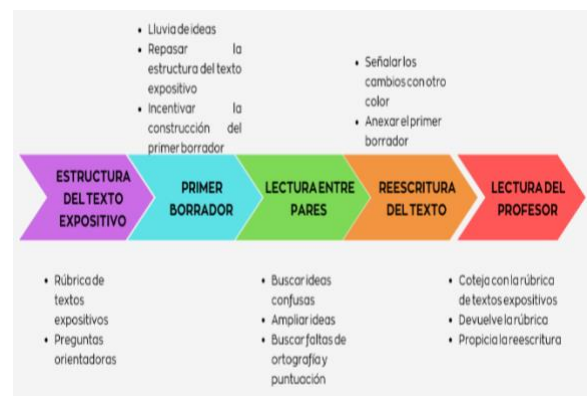


Figura 8. Presentación de la tarea escritural. **Fuente:** las autoras.

c. Evaluación final

Aunque la evaluación esta incluida en cada uno de los momentos de la secuencia dado que los estudiantes van construyendo y reconstruyendo su discurso a medida que avanzan en el desarrollo de las actividades, se propone al final de la secuencia recopilar los escritos de los estudiantes e implementar las rúbricas de textos expositivos y pensamiento científico como estrategias de seguimiento y cierre de la intervención (Figura 9). También, se sugiere que las rúbricas sean instrumentos de autoevaluación y coevaluación, para que sean los mismos estudiantes los que a través de estos procesos se autorregulen.



Figura 9. Actividades de evaluación final. **Fuente:** las autoras.

5. Consideraciones finales

Esta investigación tiene proyectada una segunda fase que consiste en su implementación, se espera desarrollar y evaluar el impacto de la secuencia de actividades en el aprendizaje de los fenómenos astronómicos mencionados. También, se ha proyectado hacer un piloto de la secuencia, manteniendo su estructura general, pero variando las HCC y los fenómenos estudiados. Finalmente, se espera encontrar puntos de convergencia y divergencia con los resultados obtenidos por las otras colegas de la comunidad de práctica que desde sus disciplinas implementaron la secuencia de actividades.

6. Referencias

- Applebee, A. (1984) Writing and reasoning. *Review of Educational Research*, 54 (4), 577-596.
- Bustamante-Vélez, L. y Castro-Rojas, Y. (2021) Astronomía y producción narrativa: Un universo de experiencias por descubrir. *Voces y Realidades Educativas*, (6), 111 – 124. <http://vocesyrealidadeseducativas.com/ojs/index.php/vyc/article/view/9>
- Cáceres, S. (2015). Descripción del desarrollo del pensamiento científico en niños de quinto básico de escuelas municipales de San Ramon. Tesis de maestría, Universidad Alberto Hurtado.
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 81-96. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21396>.
- Carlino, P. (2002). Enseñar a planificar y a revisar los textos académicos: haciendo lugar en el curriculum a la función epistémica de la escritura. IX Jornadas de Investigación. Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires.
- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Fondo de cultura económica: Argentina.
- Córdova, A., Velásquez, M. y Arenas, L. (2016). El rol de la argumentación en el pensamiento crítico y en la escritura epistémica en biología e historia: aproximación a partir de las representaciones sociales de los docentes. *Alpha (Osorno)*, (43), 39-55. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-22012016000200004>
- Costa-Pereira, T., Faria, C. y Sousa, O. C. (2019). A função epistémica da escrita: aprendizagens de conteúdos e de escrita associadas ao trabalho de projeto em Estudo do Meio. *Acta Scientiarum. Language and Culture*, 41(1). <https://doi.org/10.4025/actascilangcult.v41i1.45794>

- Emig, J. (1977). Writing as a Mode of Learning. *College Composition and Communication*, 28 (2), 122-128.
- Galperin, D. y Raviolo, A. (2017). Análisis de imágenes relacionadas con día/noche, estaciones y fases lunares en textos de enseñanza de primaria. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 12 (1), 1-11. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662017000100001&lng=es&tlng=es
- Galperin, D., Álvarez, M., Heredia, L. y Haramina, J. (2020). Análisis de videos educativos y de divulgación sobre día/noche, estaciones y fases lunares. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32 (nro. extra), 125-133. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6672>
- Galperin, D. J. (2021). Eclipse solar del 14 de diciembre de 2020. Material informativo y recursos didácticos para docentes, 1-20. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6922>
- Gavilán, L., Hernández, E., López, L. y Rivera, P. (2015). Experiencia de innovación: “Club de astronomía Orión: el conocimiento del universo al alcance de tus manos”. *Nodos y Nudos*, 4 (39), 83-93. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/NYN/article/view/4360/3628>
- Giraldo, L. M. y Cardona, G. (2019). Propuesta de enseñanza de la Astronomía en clubes de Astronomía a partir del concepto de cuerpo negro. *Revista Científica*, 199-207. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/rvcie/article/view/14491>
- Giraldo-Giraldo, C. (2020). Dificultades de la escritura y desaprovechamiento de su potencial epistémico en estudiantes de posgrado. *Revista Colombiana de Educación*, 1(80), 173-192. <https://doi.org/10.17227/rce.num80-9633>
- Graham, S., Kihara, S. y MacKay, M. (2020). The Effects of Writing on Learning in Science, Social Studies, and Mathematics: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 90 (2), 179-226. DOI:<https://doi.org/10.3102/0034654320914744>
- Hoehn, J. y Lewandowski, H. J. (2020). Investigating students' views about the role of writing in physics lab classes. *Paper presented at Physics Education Research Conference 2020*, Virtual Conference. <https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=15486&DocID=5334>
- Jaimés, J. P., Reyes, J.D. y Bustos, E.H. (2021). Historietas Conceptuales Contextualizadas como herramienta para comprender fenómenos donde intervienen sustancias gaseosas. *Revista Tecné, Epistemé y Didaxis: TED*. Número extraordinario, 1456-1465. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15367>
- Keogh, B. y Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education*, 21 (4), 431-446. DOI: 10.1080/095006999290642
- Kriner, A. (2004). Las fases de la Luna, ¿Cómo y cuándo enseñarlas? *Ciência & Educação (Bauru)*, 10 (1). <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000100008>.
- Lago, L., Ortega, J. y Mattos, C. (2018). La Luna en la mano: mediación y conceptos complejos en la enseñanza de la astronomía. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 20. <https://doi.org/10.1590/1983-211720182001020>.
- Langhi, R. (2017). Projeto Eratóstenes Brasil: autonomia docente em atividades experimentais de Astronomia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34 (1), 6-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n1p6>
- Langhi, R. y Nardi, R. (2009). Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31 (4), 4402-4412. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000400014>.
- Lema, A. (2020). *Diseño y construcción de un material de enseñanza por comprensión sobre los tópicos día/noche, eclipses y fases lunares para*

- quinto grado*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós: Barcelona.
- Long, S. y Marson, K. (2003). Concept cartoons. *Hands on Science*, 19(3), 22-23. DOI: 10.12691/education-9-9-5
- Miras, M. (2000). La escritura reflexiva. Aprender a escribir y aprender acerca de lo que se escribe. *Infancia y Aprendizaje*, 89, 65-80.
- Montaño, C. V., Reyes, J. D. y Bustos, E. H. (2022). The Moon phases: student's understanding from Contextualized Concept Cartoons. *Journal of Positive Psychology & Wellbeing*, 6 (2), 917-935.
<https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S10.632>
- Muth, D. (1990). *El texto expositivo. Estrategias para su comprensión*. Aique Grupo Editor.
- Navarro, F., Ávila, N. y Cárdenas, M. (2020). Lectura y escritura epistémicas: movilizand o aprendizajes disciplinares en textos escolares. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22, e15, 1-13.
<https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e15.2493>
- Navarro, F. y Revel, A. (2021). *Escribir para aprender. Disciplinas y escritura en la escuela secundaria*. Paidós. DOI: 10.37514/INT-B.2021.1176
- Olson, D. (1998). *El mundo sobre el papel: el impacto de la escritura y la lectura en la estructura del conocimiento*. Gedisa Editorial.
- Paolantonio, S. y Camino, N. (2020). Eclipse total de sol del 14 de diciembre de 2020. Paolantonio, Santiago.
- Pérez-Lisboa, S., Ríos-Binimelis, C. G. y Castillo, J. (2020). Realidad Aumentada y stellarium: astronomía para niños y niñas de cinco años. *Alteridad*, 15(1), 25-35.
<https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.02>
- Reyes, J. D., Romero, G. P. y Bustos, E. H. (2019). *Historietas Conceptuales Contextualizadas: Alternativas de enseñanza de las ciencias*. REDIPE: Colombia.
- Reyes, J. D., Romero, G. P. y Bustos, E. H. (2020). *Historietas Conceptuales Contextualizadas. Herramienta Didáctica para promover explicaciones en la enseñanza de las ciencias*. REDIPE: Colombia.
- Romero, A., Aguilar, Y. y Mejía, L. (2017). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores. El caso de la experimentación. En A. Romero, et al., (Eds.). *La experimentación en la clase de ciencias: aportes para una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas* (pp. 2–14). Universidad de Antioquia.
- Romero, G. (2023). *El papel de la escritura epistémica en el desarrollo del pensamiento científico escolar*. Tesis de doctorado. Universidad de La Salle.
- Russell, D. (2002). *Writing in the Academic Disciplines. A Curricular History*. Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press.
- Sánchez, J.M. (2010). La Luna, mitología y ciencia. En A. Ginard., G. Pons, & D. Vicens (Eds.), *Història i Ciència: commemoració dels 40 anys de l'arribada de l'home a la Lluna* (pp. 119-132). Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears.
- Scardamalia, M.; Bereiter, C. (1992). Dos modelos explicativos de los procesos de composición escrita. *Infancia y aprendizaje*, 58, 43-64.
- Tarquino, E. M. (2016). *Desarrollo de procesos de investigación en la escuela a partir de la astronomía*. Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Wells, G. (1990). Talk about Text: Where Literacy is Learned and Taught. *Curriculum Inquiry*, 20 (4), pp. 369-405.