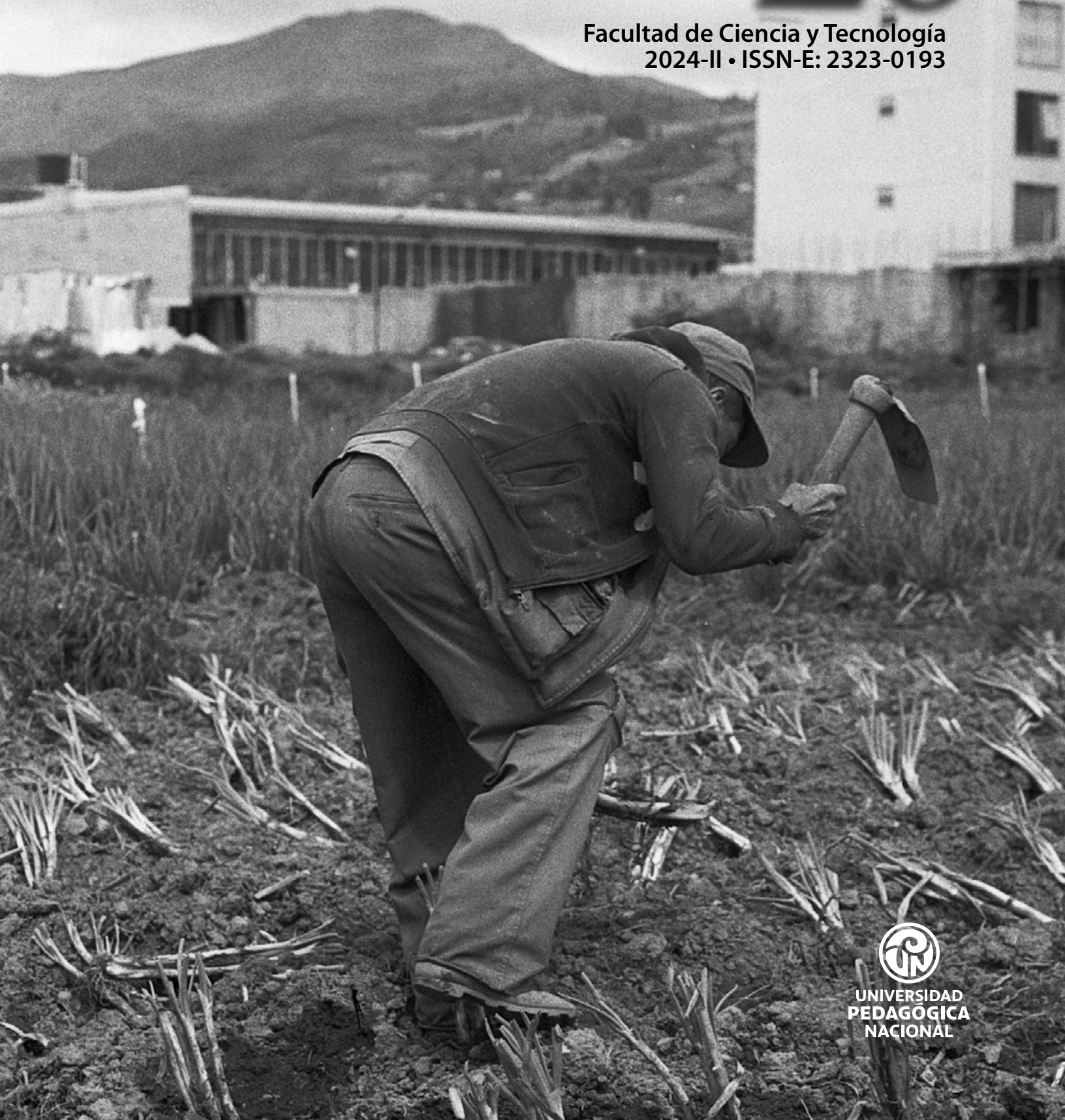


Pre•Impresos **26** Estudiantes

Facultad de Ciencia y Tecnología
2024-II • ISSN-E: 2323-0193



UNIVERSIDAD
PEDAGÓGICA
NACIONAL



Pre·Impresos Estudiantes 26

Helberth Augusto Choachí González
Rector

Víctor Espinosa Galán
Vicerrector Académico

Paola Acosta Sierra
Vicerrectora de Gestión Universitaria

Yaneth Romero Coca
Vicerrectora Administrativa y Financiera

Gina Paola Zambrano Ramírez
Secretaría general

Facultad de Ciencia y Tecnología

Juan Carlos Bustos Gómez
Editor en jefe

Dunkan Estrada Francis
Monitor

- © Universidad Pedagógica Nacional
- © Jeisson Fabian Martín Calvo
- © Pedro Daniel Celis Camacho
- © Laura Valentina Morales Rocha
- © Nicolás Ángel Torres
- © Andrés Felipe Carvajal Gómez
- © Laura María Monroy Hoyos
- © Nicanor Antola Segovia
- © Jessica Julieth Restrepo Guarín
- © Johan Sebastián Rincón Daza
- © Laura Catalina Cuervo Becerra
- © Valeria Rincón Rodríguez
- © Brayan Daniel Román Arteaga
- © Nicolás Torres Ardila
- © Sebastián Restrepo Jácome
- © Flor Jimena Abril Gerena
- © Jazmín Haideé Quiñones Méndez
- © Juan David Cañarete Salgado
- © Luis Fernando Acosta Bermúdez
- © Kevin Javier Lagos Pulido
- © Julián Leonardo Páez Duque
- © Juan David Reyes Quintero
- © Jerónimo Pineda Cuervo
- © James Montoya Rivera
- © Edwin Medina Sandoval

- © Nicolás León Miranda
- © Daniel Alberto Albornoz

Fotografías

Carlos Augusto Rodríguez Martínez

ISSN-E: 2323-0193

Diseño y preparación editorial

Universidad Pedagógica Nacional
Grupo Interno de Trabajo Editorial, 2024

Alba Lucía Bernal Cerquera

**Coordinadora, Grupo Interno
de Trabajo Editorial**

Mariel Loaiza Villalba

Isabella Rendón

Editoras de revistas

2024, II semestre Bogotá, Colombia

Equipo editorial

María Nubia Soler Álvarez

Magíster en Ciencias Matemáticas
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá
Profesora Departamento de Matemáticas
Universidad Pedagógica Nacional

Nilson Genaro Valencia Vallejo

Doctor en Educación
Universidad Pedagógica Nacional
Profesor del Departamento de Tecnología
Universidad Pedagógica Nacional

Juan Carlos Bustos Gómez

Magíster en Educación
Universidad Pedagógica Nacional
Profesor, Departamento de Física
Universidad Pedagógica Nacional

Información

pre_impresos@pedagogica.edu.co
Facultad de Ciencia y Tecnología
Pre-Impresos Estudiantes

Editorial

El oficio de editor, el maestro invisible 4

Juan Carlos Bustos Gómez

Sociología de la educación: una aproximación teórica 8

Jeisson Martin-Calvo

Enseñanza de las matemáticas: viaje de pasión,
resiliencia y superación 19

Pedro Daniel Celis-Camacho

Racionamiento de agua: formación de sujetos
políticos en la clase de matemáticas 29

Nicolás Ángel Torres

Laura Valentina Morales-Rocha

Concepción de laboratorio de matemáticas y
una mirada al laboratorio virtual de matemáticas 38

Laura María Monroy-Hoyos

Andrés Felipe Carvajal-Gómez

Caracterización del sistema respiratorio del
saltamontes payaso (*Paramastax sp*) 47

Nicanor Antola-Segovia

El enigma de Eta Carinae: El destino cósmico
de una gigante estelar 60

Jessica Julieth Restrepo-Guarín

Johan Sebastián Rincón-Daza

Separata

Desarrollar el pensamiento científico: un legado
para la educación en ciencias 70

Entrevista con el profesor Royman Pérez Miranda

Primeras Letras

Cómic Adaptación del cuento "Jardín de los senderos
que se bifurcan" de Jorge Luis Borges 81

Galería

Hacedores y no consumidores: eso somos 98

Carlos Augusto Rodríguez Martínez

Evaluadores 102

Acerca de Pre·impresos Estudiantes 103

Editorial

El oficio de editor, el maestro invisible

Juan Carlos Bustos Gómez*

Detrás de cada revista universitaria hay una paradoja fundacional: quienes editan —ya sean estudiantes, profesores o egresados— ejercen un rol pedagógico que pocas veces se pone de relieve. No aparecen en los planes de estudio, sus horas de revisión minuciosa no son visibles en el producto final y, sin embargo, su trabajo conecta la formación individual con la construcción colectiva del conocimiento. Esta situación hace evidente un problema más profundo: el sistema académico universitario suele estar centrado exclusivamente en lo curricular, relegando a un segundo plano aquellas actividades extracurriculares —como el proceso de edición académica— a las que, aunque también resultan fundamentales, no se les atribuye el mismo valor en los procesos formativos.

En estas líneas, invitamos a todos los miembros de la comunidad académica a reflexionar sobre las complejidades y los matices de este oficio, desde su dimensión cultural hasta sus desafíos éticos, con el convencimiento de que cada decisión editorial es un acto de cuidado hacia el conocimiento y sus comunidades. En esencia, editar supone ejercer un cuidado diligente: hacia las palabras, las personas y el conocimiento que, al compartirse, nos transforma.

En el ámbito universitario, la figura del editor contribuye a tender puentes entre saberes, trascendiendo lo estrictamente administrativo. Las revistas como *Pre-Impresos Estudiantes* nos recuerdan que editar conlleva la formación de escritores y lectores críticos. De manera que el editor se vuelve un artesano de la palabra, que pone de presente que comunicar también significa pensar. Cada sugerencia, cada ajuste, es un gesto de mediación que no solo moldea textos, sino que modula las formas de asumir el mundo académico.

Pensemos en el estudiante que entrega su primer artículo, con la convicción de que su contenido “habla por sí solo” y es renuente a ver la escritura como un proceso. En esas circunstancias, el editor no es un corrector de estilo, sino un guía que le revela una verdad incómoda: dominar un tema no es suficiente; hay que aprender a dialogar con quienes no estuvieron en el laboratorio, en el aula o en el campo de investigación. De modo que la edición se convierte en un acto de traducción entre experiencias. Esto hace posible que un trabajo de cualquier disciplina trascienda el círculo íntimo del autor y se integre al patrimonio intelectual de la comunidad.

No obstante, la actividad editorial académica está marcada por contradicciones

Editor en jefe, *Pre-Impresos Estudiantes*

fecundas. Aún persiste la creencia de que un buen investigador o docente no necesita dominar la escritura, especialmente entre los estudiantes de ciencias exactas; asimismo, ante las demandas administrativas que atribulan a las instituciones educativas, se suele ignorar la relevancia local y el aporte social de las publicaciones académicas estudiantiles. Además, sigue teniendo arraigo la idea de priorizar lo disciplinar y relegar las habilidades lingüísticas, como si la claridad conceptual y la expresión fueran cuestiones accesorias. La especialización se suele imponer sobre la comunicación, perdiendo de vista que las revistas son espacios de encuentro —donde los especialistas de diferentes disciplinas pueden construir lenguajes comunes—.

Las dinámicas propias de la especialización, el celo disciplinar, así como otras prácticas institucionales tienden a producir un enclaustramiento que dificulta la construcción de proyectos colectivos a nivel de facultad y desdibujan el valor de las revistas no indexadas. En este marco, cada número publicado desafía inercias y pone de manifiesto que la edición académica también es un acto político, ya sea al integrar egresados como lectores externos, o al vincularse con posgrados para tejer redes más allá de las aulas.

En este contexto de *fragilidad institucional*, sostener estos proyectos es complejo, pero no imposible; estamos asistiendo a un proceso de aprendizaje institucional. Antes dominaba una *metáfora mecanicista* (proyectos aislados, rígidos), pero hoy emerge una visión más *orgánica*. La universidad empieza a comprender lo que implica hacer una revista académica —las condiciones que demanda, los trabajos que la sostienen y las dinámicas colaborativas que la hacen posible—. Sin embargo, persisten desafíos: flexibilizar procesos, consolidar canales de comunicación y fortalecer articulaciones entre departamentos. En síntesis, editar una revista es un oficio —liderado por editores— que requiere el aporte de múltiples actores, lo que

las convierte en entidades vivas, en permanente diálogo con la comunidad.

El caso de *Pre-Impresos Estudiantes* —que perdura desde hace casi dos décadas— es emblemático, trasciende su condición de “proyecto” y se convierte en *memoria viva* de la facultad. Sus páginas registran la evolución de las ideas, las pedagogías e incluso las identidades profesionales de varias cohortes de estudiantes y egresados de nuestra facultad. Esto demuestra que, con voluntad y, sobre todo, trabajo colectivo, las revistas pueden dejar de ser marginales para transformarse en pilares de la vida académica.

La revista como aula expandida

En un mundo saturado de información, en el que la socialización del conocimiento parece subordinarse a criterios de parametrización, las revistas académicas estudiantiles emergen como espacios de resistencia. No son simples repositorios de textos ni meros apéndices decorativos de la vida académica, sino extensiones naturales del proceso formativo, que nos recuerdan que una universidad que no discute ni escribe ni publica renuncia a su vocación pública. En una universidad como la nuestra, formadora de formadores, las revistas estudiantiles nos previenen contra el aislamiento epistémico, se constituyen en talleres vivos en los que se forjan las voces del futuro y, en esta medida, la labor del editor académico adquiere una dimensión ética ineludible: pues editar no es solo publicar, es, ante todo, enseñar a pensar con rigor, a comunicar con claridad y, en particular, a reconocer que el saber solo existe cuando se comparte.

Para los autores, publicar es enfrentarse al espejo de la escritura: descubrir que las ideas, por brillantes que sean, exigen estructura, claridad y empatía con el lector. Para los editores, evaluar un texto es un ejercicio de pensamiento

crítico aplicado, para distinguir lo riguroso de lo superficial, la opinión del argumento. A nivel institucional, cada número publicado es una prueba tangible de que la universidad cumple su misión, no solo de producir conocimiento, sino de hacerlo circular, interrogarlo y ponerlo al servicio de la sociedad.

Editar, educar, comunicar

En tiempos de sobreproducción académica, la curaduría se vuelve un imperativo ético. En este sentido, editar es un acto de fe en el diálogo. Es creer que un texto revisado por pares, discutido en talleres y mejorado colectivamente vale más que mil discursos improvisados. Es apostar por una academia donde el saber no se atesora, se comparte. Tal como lo enunció Sartre (2005), la operación de escribir supone la de leer como su correlativo dialéctico, ya que solo hay arte por y para los demás.

Invitamos a toda la comunidad académica —estudiantes, profesores y directivos— a no subestimar el poder transformador de estas páginas, porque en cada artículo publicado hay un futuro maestro que aprendió a darle forma

a sus ideas. Y en cada revista que se publica, hay una universidad que sigue creyendo en las palabras. En el contexto de la época, las revistas académicas estudiantiles nos recuerdan que, al final, la universidad no existe para producir títulos, sino para cultivar ciudadanos capaces de pensar con autonomía y comunicar con responsabilidad.

Una provocación final para todos los miembros de la comunidad académica: ¿qué pasaría si desde cada programa académico de la facultad se dedicara una hora semanal a leer colaborativamente un texto publicado por estudiantes o egresados? Los archivos de esta revista están disponibles como terreno fértil para nuevas ideas, los invitamos a descargar, compartir y discutir, porque el conocimiento solo se legitima cuando se incorpora al saber colectivo.

Referencias

- Sartre, J. P. (2005). ¿Por qué escribir? *Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación*, (91), 3. <https://doi.org/10.16921/chasqui.v0i91.1554>



Sociología de la educación: una aproximación teórica

Sociology of Education: A Theoretical Approach

Jeisson Martin-Calvo¹ 

Cómo citar este artículo:

Martin-Calvo, J.M. (2024). Sociología de la educación: una aproximación teórica. *Pre-impresos Estudiantes*, (26), 8-17.

Resumen

En este trabajo se empleó la herramienta heurística V de Gowin para realizar una aproximación teórica a las generalidades de la sociología de la educación, enfoque que resultó adecuado tanto en términos epistemológicos como históricos. El objetivo fue explorar críticamente las transformaciones que esta disciplina ha experimentado en virtud de la diversidad de enfoques, la delimitación de su objeto de estudio y la producción científica generada en su campo. Asimismo, se abordaron aspectos relativos a la sociología de la educación superior. Lo aquí expuesto constituye una aproximación teórica al entramado conceptual de la sociología de la educación, ofreciendo un marco de referencia preliminar para quienes se interesan en el estudio de esta temática.

Palabras clave: autonomía disciplinar; desarrollo histórico; especificidad epistemológica; interdisciplinariedad; sociología de la educación

Abstract

In this work, Gowin's V heuristic tool was used to develop a theoretical approach to the general aspects of the sociology of education, an approach that proved appropriate both epistemologically and historically. The objective was to critically explore the transformations this discipline has undergone in light of the diversity of approaches, the delimitation of its object of study, and the scientific production generated within its field. Likewise, aspects related to the sociology of higher education were addressed. What is presented here constitutes a theoretical approximation to the conceptual framework of the sociology of education, offering a preliminary reference for those interested in studying this topic.

Keywords: disciplinary autonomy; historical development; epistemological specificity; interdisciplinarity; sociology of education

¹ Doctor en Educación por la Universidad de Baja California, México. Magíster en Enseñanza de Ciencias Exactas por la Universidad Nacional de Colombia y Licenciado en Física por la Universidad Pedagógica Nacional. Profesor asociado, Universidad Pedagógica Nacional. jfmartinc@pedagogica.edu.co.

Introducción

En los análisis epistemológicos disponibles, la sociología de la educación se enmarca como dependiente de las ciencias sociales, la pedagogía y la psicología educativa, entre otras ramas del saber. Este modelo se apoya en argumentos de carácter histórico (la sociología de la educación en Europa y Estados Unidos). Otra tendencia teórica común es caracterizar la investigación en sociología de la educación como un campo interdisciplinar.

Partiendo de este análisis se plantean las siguientes preguntas de conocimiento: ¿Qué es la educación para la sociología? ¿La sociología de la educación es una subdisciplina de la sociología general? ¿Se considera la sociología de la educación una sociología aplicada dentro del campo de las ciencias sociales? ¿Se puede definir como una sociología especial? ¿Cuál es el objeto de la sociología de la educación? y ¿Cómo se caracteriza la sociología de la educación superior? Estas se consideran relevantes porque abordan fundamentos epistemológicos, conceptuales y metodológicos básicos que definen esta área de estudio. En este trabajo se exponen algunas particularidades preliminares que caracterizan la sociología de la educación, con el fin de responder a las preguntas de conocimiento planteadas.

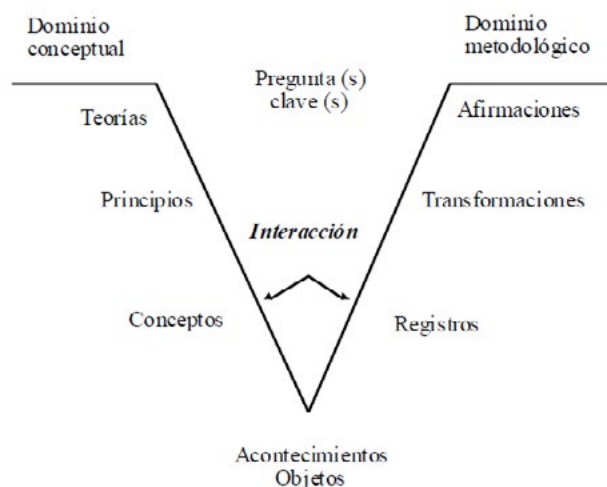
En los resultados, se indaga sobre la definición de educación y de sociología de la educación, y sobre el objeto de estudio de esta sociología. Finalmente se examina de forma introductoria la sociología de la educación superior.

Materiales y métodos

Este manuscrito es de carácter documental, se usó la heurística V de Gowin que, según Novak y Gowin (1988), es un instrumento que tiene como objetivo el aprender a aprender. Se utiliza en el análisis crítico de metodologías y artículos científicos para formalizar trabajos de investigación, lo que favorece el aprendizaje signifi-

cativo. Como se puede observar en la figura 1, la V de Gowin es un esquema en forma de V que se originó de los avances en la teoría en psicología del aprendizaje, en la que se plasma la estructura del conocimiento en términos de los dominios conceptuales y metodológicos que se desarrollan en una investigación.

Figura 1. Formato V de Gowin



Nota. Tomado de *La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas*, por C. Escudero y M. A. Moreira, 1999, *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 61-68.

Esta V epistemológica se origina de las siguientes preguntas que se aplican a un documento: ¿Cuál es la pregunta central? ¿Cuáles son los conceptos clave? ¿Cuáles son los métodos de investigación que se utilizan? ¿Cuáles son las principales afirmaciones de conocimiento? Y ¿cuáles son las principales afirmaciones de valor? En términos de Guardian y Ballester (2011), en estos interrogantes se sintetiza la información para comprender un problema.

Para formalizar esta aproximación teórica sobre sociología de la educación, se realizó un proceso de investigación en tres etapas: 1. Búsqueda de información: aquí se efectuó una revisión bibliográfica en bases de datos como EBSCO, Dialnet, Latindex, Redalyc y SciELO, se eligieron documentos teniendo como criterios

de selección: fuentes relevantes, índice de citación, palabras clave y año de publicación. Para mejorar la precisión, se diseñó una ecuación de búsqueda específica, formulada así: (*Sociología* OR *sociology* OR *educación* OR *education*) AND (*definición-objeto* OR *definition-object* OR *definition* OR *object* OR *EJA*) AND ("*educación superior*" OR "*higher education*"). Esta ecuación incluyó operadores booleanos para garantizar la recuperación de documentos relevantes en el periodo 1970-2023. El proceso de búsqueda y selección de los documentos inició con la identificación, luego con la revisión, se pasó a la elegibilidad y finalmente a la inclusión. Posteriormente, en la etapa II. Elaboración de la V de Gowin, se aplicó la V heurística que se muestra en la figura 1, se analizaron cuarenta documentos sobre diversas perspectivas teóricas de la sociología de la educación, contrastando enfoques clásicos y contemporáneos. Finalmente, en la etapa III se realizó el análisis de las V desde una interpretación crítica de los hallazgos, destacando la evolución de la sociología de la educación y sus desafíos actuales. También se identificaron limitaciones teóricas y metodológicas en la investigación en sociología de la educación superior, enfatizando la necesidad de transformar su producción científica. El enfoque metodológico adoptado permitió estructurar una aproximación teórica sobre la sociología de la educación, proporcionando un marco de referencia preliminar para futuros estudios en la disciplina que se presenta a continuación.

Resultados y discusión

La definición de educación

Gómez y Domínguez (2001) definen la educación y afirman que analizando las diversas definiciones que se encuentran en los manuales de pedagogía, existe un fundamento común: que la educación es un proceso de integración del individuo en la sociedad. Si bien esta afirmación es apropiada, propone una definición de la

educación que no se ajusta a la actualidad. Para explicar esta idea, se señala lo que se cree como errores de definición: en términos de Gómez y Domínguez (2001), habrá un educando y un educador, el educado es el niño y el educador es un adulto. El adulto sirve y dirige al niño para llevarlo a aquellos comportamientos deseables, el adulto que está constituido en la sociedad lleva de la mano a un niño, sabiendo el camino por el que lo tiene que llevar. Respecto a esto, la educación no es exclusiva entre un adulto formado y un niño en formación, la relación niño-adulto no es una peculiaridad de la educación. Al respecto, Bourdieu (1990) resalta que la reproducción social y cultural no se limita a interacciones entre adultos y niños, sino que también puede ocurrir a través de la mediación de productos culturales. Bajo esta deducción, la definición que de educación hace la sociología reconoce que los procesos de transmisión y apropiación cultural pueden darse en múltiples formas y contextos, no son exclusivos de las relaciones generacionales.

Por esto, no es viable considerar que la relación educador-educando solo se puede dar entre un adulto y un niño; en la actualidad la relación entre el educando y educador ha cambiado por el uso de la tecnología y la inteligencia artificial. Hoy, el educando interactúa con los dispositivos tecnológicos, accede fácilmente a la información y aplica la IA en su proceso educativo, sin necesidad de la mediación de un educador que genere los entornos personales de aprendizaje. Además, cualquier ambiente de aprendizaje es un escenario social en el cual la acción mutua entre los sujetos implicados en el proceso de enseñanza aporta interacciones donde la socialización no es unipersonal. Aparte de esto, que el adulto proporcione la inserción a la sociedad del conocimiento es una perspectiva jerarquizada y reduccionista del rol docente, que implica que el estudiante está vacío de conocimiento y el docente lo debe llenar con su saber.

Se debe tener en cuenta que la pedagogía ha evolucionado hasta considerar al docente como mediador entre el conocimiento y el estudiante. Asimismo, su función es usar la didáctica y los recursos para contribuir a la autonomía y facilitar el proceso de aprendizaje. Esto indica el carácter cambiante de la educación, que se hace evidente en situaciones como emergencias sanitarias o pandemias donde los establecimientos educativos deben replantearse como espacios de integración asistida, donde la pedagogía incluya la interculturalidad, la diversidad y las necesidades individuales, entre otros aspectos importantes. Sin embargo, autores como Berger y Luckmann (1995), así como Bourdieu y Passeron (1996), argumentan que el conocimiento no es algo abstracto y externo a los sujetos, sino que emerge y se construye en contextos sociales por medio de prácticas, interacciones y relaciones de poder. Así, el conocimiento no puede entenderse como un objeto externo que el docente media, sino como un proceso educativo y dinámico que incluye a docentes y estudiantes.

En el trabajo de Díaz (2009), se hace evidente que al examinar la historia de la educación se puede observar el cambio a causa de la transformación social. De esta manera, es posible definir la educación como un proceso de evolución que se desarrolla durante las etapas de la vida del individuo, con el fin de orientar a las personas hacia los valores y el conocimiento, entre otros aspectos que faciliten la inducción del individuo a la sociedad y el desarrollo de sus capacidades y actitudes para generar el bienestar personal y social. Teniendo en cuenta lo anterior, es posible concluir que la educación resulta ser un proceso social que circunscribe la transmisión y apropiación de conocimientos, valores y prácticas culturales, que además suceden en variados contextos por toda la vida. Asimismo, este proceso no se restringe a los establecimientos educativos, sino que incluye espacios comunitarios, laborales y digitales, entre otros.

Sobre la definición de sociología de la educación

La orientación de la sociología de la educación que señala Vélez (1988) es aquella cuyo objeto de estudio es el sistema educativo como una organización social. Otros trabajos consideran que el objeto de la sociología educativa es la educación como función profesional. Al analizar el desarrollo de la sociología como ciencia social, se observa que la comunidad académica está interesada en la aplicación del conocimiento sociológico al estudio de la educación a partir de varias perspectivas. El desarrollo de la sociología de la educación se dio en Europa, donde también se consolidó la sociología del siglo XIX. Ese avance generó aportes teóricos y resultados de investigación que son útiles en la construcción de conocimiento en esta área. Por esto se presenta una aproximación teórica preliminar sobre el tema y una reflexión en términos del objeto de estudio de la sociología educativa.

Han sido importantes los aportes de la sociología sobre la educación. Estas contribuciones se podrían establecer por corrientes o perspectivas dentro de una misma ciencia; por ejemplo, el funcionalismo, que es conocido como una perspectiva positivista, del cual uno de sus principales exponentes en Francia fue Durkheim (2009), quien en términos de la sociedad le da una posición primordial a la educación y al sistema educativo. En Álvarez (2007) se afirma que Durkheim defendió la necesidad de acudir a la sociología de la educación para sustentar las teorías y la práctica pedagógica. Su perspectiva sociológica prioriza las estructuras sociales y le otorga importancia a la socialización, a los procesos reproductivos socioculturales y a la moral en el proceso educativo. Para Durkheim, la socialización es relevante porque es el proceso de integración de los individuos a la sociedad. Dentro de su trabajo se destacan estudios como *Educación y sociología* (1956), donde analiza la educación a partir de los sistemas educativos en cada sociedad. Además, dentro del

sistema educativo reconoce el papel del Estado para edificar fines sociales. También Durkheim (2009) diferencia entre educación y pedagogía, afirmando que la educación es la materia de la pedagogía. Respecto a su relación con la sociología, según Taberner (2005), Durkheim asevera que esta ciencia ayuda a establecer los fines de la educación relacionados con los de la sociedad, para lo cual es precisa la reproducción sociocultural.

Dentro de sus observaciones, Durkheim expone los elementos de moralidad, entre los cuales se hallan el espíritu de la disciplina, que establece conductas y fines determinados; la vinculación a los grupos sociales, que consiste en la integración del individuo en la sociedad; y la autonomía de la voluntad. Por último, para infundir en el estudiante los elementos de la moralidad, se utiliza la disciplina escolar. La obra de Durkheim comprende varios temas, como la evolución pedagógica en Francia; al igual que ponencias, como el papel de las universidades en la educación social del país, la escuela del mañana y debate sobre la educación sexual, entre otros. Por último, bajo la influencia de Durkheim, se tienen los trabajos de Mauss *et al.* (1972) y Bourdieu (1990). Del mismo modo, autores como Parsons y Merton se sitúan dentro de esta influencia y constituyen la escuela estadounidense de sociología. O en Inglaterra, Bernstein, que armoniza la sociología con la lingüística. Por otro lado, se tiene el individualismo metodológico o sociología comprensiva, corriente alimentada con los aportes de Weber, los cuales se basan en acción e interacción social. En Weber (2008) se define la sociología como una ciencia que busca entender la acción social para explicar su desarrollo y efectos. La acción se define como una conducta humana siempre que el sujeto o los sujetos que la realizan le atribuyan un sentido subjetivo. Por eso, se concentra en el individuo y no en las estructuras sociales. En Weber (2008) se insinúa la correspondencia entre educación y profesión, puesto que en

la sociedad concurren estructuras donde las formas de educación se crean para profesiones definidas. Por otro lado, este autor describe el sistema educativo universitario por medio del análisis de las funciones de la carrera docente en las universidades estadounidenses y alemanas, y de la producción de conocimiento, entre otras.

Weber realizó contribuciones al estudio de la educación en Alemania durante los siglos XIX y XX. Penetra en la libertad intelectual de los profesores, y pone en evidencia el interés por explicar la libertad intelectual. A este respecto, para el autor esta libertad depende de las opiniones en la corte y del acompañamiento religioso. Bajo la influencia de este autor y del estructural-funcionalismo se pueden clasificar los trabajos en dos enfoques. El de Passeron y la teoría de la reproducción desarrollada con Bourdieu, y el de Boudon que representa el individualismo metodológico.

Por otro lado, la perspectiva marxista se ha abierto en todas las ciencias sociales y ha evolucionado para originar posturas como los estructuralistas y los neomarxistas. Según Taberner (2005), para Marx cada sociedad tiene su modo de producción; para entender este modo hay que pensar las técnicas de producción, la propiedad de los medios de producción y las condiciones de trabajo. Esto da como resultado la existencia de dos clases sociales: los obreros y burgueses, pero además reconoce las clases medias, lo cual forma una dinámica entre clases sociales. Por otro lado, en este enfoque concurren dos elementos que son: la estructura donde se encuentran las fuerzas productivas y lo ideológico. Sin embargo, el autor desplegó unos aspectos referentes a la educación, como el capital, trabajo de los niños y escolarización, y exámenes y burocracia. En el primero de estos, rotula la situación de explotación de mujeres y niños en las empresas. En "Exámenes y burocracia", manifiesta que la burocracia es el rango del saber entre los estratos de la pirámide del poder. En este punto, la aprobación de

exámenes influye en la entrada al círculo de la burocracia. Al conocer las propuestas marxistas se puede afirmar que la educación y la escuela son fruto de la superestructura, donde el factor ideológico de la sociedad capitalista explora la reproducción de las condiciones de producción para conservar el poder de la burguesía. Finalmente, durante el siglo xx, la educación y el sistema educativo son formulados desde la perspectiva marxista en los trabajos de Althusser (1970) y Berhelot (2003).

Al realizar una articulación crítica entre los aportes del estructuralismo, el posestructuralismo y enfoques interdisciplinares, se encontró que el estructuralismo ofrece un marco sistemático para analizar las instituciones y sus roles en la estabilidad social. Introduce la idea de función social, útil para concebir cómo se legitiman las prácticas o normas. Sin embargo, tiende a minimizar el conflicto social, subestima la individualidad y exalta los modelos institucionales occidentales. En el posestructuralismo se introduce la idea de aparatos ideológicos del Estado, según la cual las instituciones reproducen las condiciones del capitalismo. En general, los aportes del posestructuralismo se dan en la crítica al funcionalismo y a la noción de consenso social, además de ser una propuesta que pretende articular la acción y la estructura. Sin embargo, se considera el trabajo de Althusser como un excesivo determinismo estructural; asimismo, en el trabajo de Bourdieu, *el habitus* puede verse como demasiado reproductivo, y respecto a los aportes de Boudon, se consideran reduccionistas dado que deja de lado los marcos culturales. En cuanto a los enfoques interdisciplinares se encontró que en la sociolingüística se estudió cómo el lenguaje refleja y reproduce la estructura social, la distinción entre códigos restringidos y elaborados para explicar desigualdades educativas. En la antropología estructural se estudiaron los hechos sociales que integran dimensiones económicas, religiosas y políticas, se reconocen como aportes de estos enfoques la integración del

lenguaje, el símbolo y la cultura en la comprensión de la estructura social.

Realizando una articulación crítica entre las anteriores corrientes se puede decir que el funcionalismo suministra una base para entender la cohesión social, pero resulta limitado para explicar el cambio y la desigualdad. Los enfoques posestructurales y los interdisciplinares amplían el análisis al incorporar el lenguaje, la cultura y el poder simbólico, aportando herramientas para la reproducción y transformación social. Sin embargo, estos dos enfoques desafían aspectos metodológicos y epistemológicos, como el riesgo del determinismo estructural o el reduccionismo simbólico.

Esta exploración de las perspectivas más influyentes se hizo para revisar los aportes de esta ciencia al campo de la educación. Es necesario indicar que algunos autores han continuado estas perspectivas teóricas y han profundizado desde lo sociológico. Es el caso de Mannheim, que desde de la sociología efectuó observaciones sobre la educación, e influyó en investigadores ingleses como Ottaway (1966), que reconoce la calidad del trabajo de Mannheim en la sociología de la educación inglesa.

La sociología de la educación se define como una disciplina que utiliza conceptos y métodos de la sociología para entender la educación en su dimensión social y posee características duales; es una rama de la sociología y se ubica dentro de las ciencias de la educación. Los enfoques de la sociología de la educación consideran las perspectivas de la sociología, entre estas, las perspectivas macrosociológicas que entienden los procesos sociales en estructuras de gran tamaño. También se tienen las perspectivas microsociológicas que conciben la sociedad a partir de las interacciones cotidianas de los individuos. Para la sociología, la educación es un subsistema social que se origina en los procesos de la sociedad moderna. Los temas de interés para la macrosociología en términos de la educación podrían ser los aspectos laborales,

el impacto socioeconómico de la educación y la realidad de la educación en el plano social, entre otros. Este interés por los elementos sociales se muestra en las cátedras de sociología en la universidad, varias facultades de formación de docentes tienen asignaturas de sociología y algunas ofrecen cursos en posgrado relacionados con la sociología educativa.

Brígido (2006) entiende por sociología de la educación una sociología especial que analiza y explica la socialización y la educación como fenómenos y procesos sociales. Para Moraes *et al.* (2014), la sociología de la educación se centra en el estudio de las relaciones entre el sistema educativo y la sociedad; así como en aquellos procesos y prácticas sociales cotidianas en las instituciones del sistema educativo. Entonces, la sociología de la educación analiza el fenómeno educativo a niveles micro, macro e intermedio, así accede a la comprensión de las relaciones entre la educación, la cultura, la economía y la ideología.

El objeto de estudio de la sociología de la educación

La realidad social que estudia la sociología es compleja porque es diversa y cambia. Esto explica que desde su origen la sociología fue renovando su objeto de estudio, originando las sociologías especiales, como la sociología de la educación. Se considera importante aquí establecer y circunscribir el objeto de estudio de la sociología de la educación; a partir de las definiciones se puede concluir que el objeto formal de esta sociología, en términos de Romero (2006), es la educación como un fenómeno social relevante, cuyos contenidos son determinantes de la educabilidad, inicio social de la educación, instituciones sociales, consecuencias sociales de la educación, funciones y objetivos, relación entre sistema educativo y estructura social, prácticas educativas sociales, cultura y educación, sistema escolar y la comunidad docente, entre otros.

Es necesario reconocer la sociología como una ciencia multiparadigmática que admite diversos enfoques y perspectivas, lo que puede causar incongruencias en la identificación del objeto de estudio de la sociología de la educación. Por ejemplo, se puede observar que Durkheim basa su trabajo en los contenidos y valores. Por otro lado, Weber manifiesta que la educación entra en la sociedad en términos de los estamentos y se basa en las influencias políticas sobre el nombramiento de docentes universitarios. En cambio, Marx se interesa por lo ideológico de la educación y por la dominación y la reproducción de las condiciones de marginalidad que sufre la clase proletaria.

Lo que inició como un campo de investigación determinado por investigadores ingleses ha avanzado y la diversidad de enfoques dan como resultado una multiplicidad de objetos de estudio para la sociología de la educación. El estudio sociológico de la educación es un campo extenso, que se puede clasificar en la sociología de la educación tradicional que hace referencia a la relación sociedad-educación y en otras visiones que se encasillan en tres tipos: sociología educativa, sociología del sistema educativo y sociología educacional. Por su parte, Gras (1980) define la sociología del sistema educativo como sociología de las instituciones educativas, en este caso, se relaciona el sistema educativo con la sociedad. Por otro lado, desde la sociología del sistema educativo se concibe el sistema como un escenario social, donde se producen interacciones entre sus actores. Respecto a la sociología educacional, Jensen (1971) afirma que esta se interesa por el desarrollo de conocimientos sociológicos que se relacionan con los problemas de la práctica educativa.

Esto lleva a plantear aspectos fundamentales de la investigación sociológica en educación. Respecto a la incidencia del contexto en el sistema educativo, se ocupa de las desigualdades sociales, la exclusión social y otros aspectos que ocurren en el centro educativo y en su

población estudiantil. Respecto al Estado, este desempeña un papel trascendente. No obstante, autores como Whitty *et al.* (1999) discuten sobre una nueva gestión de la educación con una visión clientelista; sigue siendo el Estado quien determina la estructura del sistema educativo, este busca construir por medio de la educación un tipo de ciudadanía con el fin de garantizar el mercado laboral. En términos de Lahire (2006), una función de la sociología es la descripción, interpretación y explicación de la realidad social. Sin embargo, se cree que hacen faltan aspectos por aclarar. Si bien es apropiado el enfoque según el cual la sociología puede aportar a los cambios sociales, ofreciendo aportes a proyectos sobre igualdad y equidad o proponiendo la participación de comunidades y sectores segregados en la toma de decisiones, infortunadamente los profesionales en sociología o en educación no resuelven el rumbo de la política educativa. Es decir, una investigación puede ofrecer aportes para la sociedad, pero si no cuenta con garantía de sectores políticos, es posible que no se ponga en práctica.

Por otro lado, se puede considerar que lo que caracteriza la investigación en este campo de la sociología es su objeto de estudio y que toma como paradigma algunas perspectivas teóricas. Además, utiliza los métodos de la sociología y un diseño metodológico para el estudio de la educación. Se reconoce aquí que es necesario pensar en el debate sobre el campo de estudio de la sociología de la educación y en el progreso de métodos propios para abordar su objeto de estudio. Este debate ha originado desarrollos teóricos y contribuciones conceptuales relevantes, como el de Van Haecht (1999), que no fundamenta su trabajo en los autores clásicos, pero sí piensa que estos influenciaron la sociología crítica de la educación como el esquema de la reproducción, la teoría de la desventaja sociocultural y lingüística, entre otras. Se hace necesario mencionar algunos de los temas y problemas que han sido discutidos y que se estudian en sociología de la educación, como

el acceso al sistema educativo, la educación no formal y para adultos, el enfoque pedagógico, los planes de estudio, los elementos ideológicos, la planificación curricular, la formación docente, la política educativa y la deserción, entre otros.

La sociología de la educación no es un campo especializado de la sociología, sino un componente de esta. El estudio de las relaciones entre las dimensiones educativas, sociales y políticas ha sido desde el origen un componente de la teoría y la investigación sociológica. La reflexión sobre estas relaciones se demuestra en los trabajos clásicos de Durkheim (2009) y Weber (1998, 2007, 2008) y en los posclásicos como Parson y Manheim, así como, en autores contemporáneos como Tourain, Bourdieu, Bernstein y Habermas. El conocimiento construido en el campo de la sociología de la educación ha contribuido a la interpretación crítica de varias teorías sociológicas generales. Esto se evidencia en los siguientes problemas de análisis en la dinámica social: la comprensión del proceso de socialización en el sistema escolar; la concepción científica como condición para controlar y orientar el proceso de desarrollo; la equidad social en las oportunidades educativas y en los principios y la ideología de la democracia moderna; las relaciones entre el grado de equidad social y la distribución diferencial del saber en la población.

Los temas en sociología de la educación son: análisis de la institución educativa como sistema social; educación y socialización de valores, conocimientos, identidades y patrones de conducta en la sociedad moderna; educación y sociedad del conocimiento; equidad social en educación; relaciones entre educación y estratificación socio-ocupacional, entre otros. Por otro lado, en Vivas (2016) se declara que la economía y la sociología de la educación han experimentado adelantos. En el campo de estudio de la economía han surgido nuevas preguntas de investigación relacionadas con los logros educativos en ambientes socialmente desiguales; también han surgido preguntas

sobre la calidad educativa, las estrategias para su mejoramiento y sobre políticas encaminadas a la igualdad de oportunidades. Al interés por los fenómenos sociales asociados a la educación se deben adicionar factores que contribuyen a la investigación en sociología de la educación. Sin embargo, la investigación en sociología de la educación presenta limitaciones teóricas y metodológicas que se han venido compensando.

En Briones (1974) se presentan estas limitaciones en el contexto latinoamericano como análisis simplificado de datos, deficiencias en la formulación del problema de investigación, elecciones incongruentes de diseños metodológicos, imprecisión en la formulación de objetivos y repetición temática, lo que representa desafíos históricos en la investigación en sociología de la educación. Sin embargo, estas limitaciones se han venido contrarrestando, por ejemplo en los trabajos de Labraña y Brunner (2022); Kaplan *et al.* (2023); Langer y Minchala (2023), entre otros que muestran avances significativos en este campo.

La sociología de la educación, según Bermúdez (2014), ocupa un papel central como ciencia de la educación, esta establece el desarrollo y uso de las destrezas que se enseñan en la escuela y los comportamientos sociales. Esto consiste en investigar y corregir en la escuela los valores que son contrarios a la realidad social, para que se logren resultados de enseñanza a partir de la ideología y la acción de los actores sociales.

La sociología de la educación superior

La sociología de la educación superior nace en Estados Unidos y comprende cuatro áreas de investigación, entre las que se encuentran el estudio de la desigualdad educacional y el análisis de los efectos sociales a este nivel. La producción de este campo tiene revistas especializadas dedicadas a divulgar resultados de investigación en educación superior. Sin embargo, estos se evidencian heterogéneos; en la colección de artículos sobre sociología contemporánea en el

contexto de la educación superior en Estados Unidos que se muestra en Gumpert (2007), se señalan entre otros los trabajos de Antonio y Muñiz (2007), Bastedo (2007) y Hearn (2007).

La sociología de la educación superior ha evolucionado en términos de especialidad temática, en ampliación geográfica debido a la afiliación de nuevos actores, por combinación disciplinaria y por la multiplicidad de orientaciones. La producción de artículos publicados en revistas internacionales especializadas en el campo o pertenecientes a otras disciplinas afines aún continúa. Respecto a la literatura latinoamericana en el campo de la sociología de la educación superior surge una línea sobre el modelo latinoamericano, como se hace evidente en el trabajo de Sherz (1968) y publicaciones de autores como Ribeiro, hasta los recientes como Bernasconi. Por otro lado, las universidades de carácter privado que participan en el mercado ocupan ahora un lugar en el campo latinoamericano de la sociología de la educación superior, donde se analizan los fenómenos de privatización de la educación.

Conclusiones

Aquí se observa que la sociología de la educación se puede percibir como un campo de conocimiento dinámico, de manera que el conocimiento científico social resulta difícil de definir por el cambio social. Es decir, la dinámica hace parte de la investigación sociológica, lo que implica la constante revisión de las aplicaciones de la sociología y sus ramas. Además, se justificó que, en sociología de la educación, no existe una única línea de investigación. Sin embargo, aquí se reconocieron algunos fundamentos objeto de estudio de esta sociología.

Se encontró que la sociología de la educación es una disciplina que tiene particularidades científicas, lo que se puede condensar en los siguientes puntos: es una sociología especial que se ocupa de los aspectos específicos de la realidad social y también es una ciencia de

la educación; a su vez es una ciencia empírica, porque recolecta datos de los fenómenos educativos utilizando métodos interpretativos. Además, se debe incluir en los diseños curriculares de programas relacionados con ciencias de la educación.

Este trabajo puede servir como una aproximación teórica preliminar para quienes desean explorar este campo, al proporcionar una base conceptual sobre los principales autores y perspectivas teóricas. Además, se enfatiza la necesidad de fortalecer la investigación en sociología de la educación, especialmente en Latinoamérica, para consolidarla como una disciplina con mayor impacto en los ámbitos académico y social.

Referencias

- Althusser, L. (1970). *Ideología y aparatos ideológicos de Estado* (s. f.). <https://archive.org/details/aparatos-ideologicos-de-estado/mode/2up>
- Álvarez Uría, F. (2007). *Referencias biográficas y bibliográficas de Émile Durkheim*. Morata.
- Antonio, A. y Muñiz, M. (2007). The sociology of diversity. En M. Bastedo (Ed.), *Sociology of higher education: Contributions and their context* (pp. 266-294). The Johns Hopkins University Press.
- Bastedo, M. (2007). Sociological frameworks for higher education. En M. Bastedo (Ed.), *Sociology of higher education: Contributions and their context* (pp. 295-316). The Johns Hopkins University Press.
- Berger, P. y Luckmann, T. (1995). *La construcción social de la realidad*. Amorrortu. <https://isbn-search.org/isbn/9505180098>
- Bermúdez Romero, L. (2014). Apuntes críticos sobre la sociología de la educación en el pènsun universitario. *Revista de Pedagogía*, 35(97-98), 14-33.
- Berthelot, J. M. (2003). *La construcción de la sociología*. Ediciones Nueva Visión.
- Bourdieu, P. (1990). *Sociología y cultura*. Edu. ar. <https://perio.unlp.edu.ar/catedras/introalpensamiento/wp-content/uploads/sites/49/2020/03/P01-BOURDIEU-Una-ciencia-que-incomoda-pp-61-74.pdf>
- Bourdieu, P. y Passeron, J.-C. (1996). *La reproducción: Elementos para una teoría del sistema de enseñanza*. Fontamara. <https://isbnsearch.org/isbn/9684762496>
- Brígido, A. (2006). *Sociología de la educación: Temas y perspectivas fundamentales*. Brujas.
- Briones, G. (1974). *La organización y desarrollo de la investigación socioeducativa en Colombia*. Icolpe.
- Díaz, C. (2009). *Viejas y nuevas ideas en educación: Una historia de la pedagogía*. Editorial Popular.
- Durkheim, E. (2009). *Educación y sociología*. Editorial Popular.
- Escudero, C. y Moreira, M. A. (1999). La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 61-68.
- Gómez, C. y Domínguez, J. (2001). *Sociología de la educación: Manual para maestros*. Ediciones Pirámide.
- Gras, A. (1980). *Sociología de la educación*. Narcea.
- Guardian, B. y Ballester, A. (2011). Uve de Gowin: Instrumento metacognitivo para un aprendizaje significativo basado en competencias. *Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 51-62.
- Gumport, P. (2007). *Sociology of higher education: Contributions and their context*. The Johns Hopkins University Press.
- Hearn, J. (2007). Sociological studies of academic departments. En M. Bastedo (Ed.), *Sociology of higher education: Contributions and their context* (pp. 222-265). The Johns Hopkins University Press.
- Jensen, G. (1971). *Sociología educacional*. Troquel.

- Kaplan, C. V., Szapu, E. y Arévalos, D. H. (2023). Sociedad y afectos: apuntes para una sociología de la educación emergente. *Revista de Educación*, 28(1), 63-81. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Labraña, J. y Brunner, J. J. (2022). Transformación de la educación superior latinoamericana y su impacto en la idea de la universidad: Del acceso de élite a la masificación y universalización del acceso. *Perfiles Educativos*, 44(176), 138-151. <https://doi.org/10.22201/ii-sue.24486167e.2022.176.60539>
- Lahire, B. (2006). *El espíritu sociológico*. Ediciones Manantial.
- Langer, E. D. y Minchala, C. L. (2023). Desigualdades, derechos y demandas: Una investigación desde la sociología de la educación sobre las tensiones de la escolarización en las periferias del conurbano bonaerense. *Revista de Educación*, 28(1), 81-104. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Mauss, M., y Lévi-Strauss, C. (1972). *Sociología y antropología*. Alianza.
- Moraes, N., Brändle, G., Fernández, A. y García, J. (2014). *Sociología de la educación para educadores: Formación y desarrollo profesional*.
- Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca.
- Ottaway, A. K. C. (1966). *Education and society: An introduction to the sociology of education* (2.^a ed., vol. 62). Routledge y Kegan Paul.
- Romero Navarro, F. (2006). La sociología de la educación. *Revista de Ciencias Sociales*, 5461.
- Sherz, L. (1968). *El camino de la revolución universitaria*. Editorial del Pacífico.
- Taberner, J. (2005). *Sociología y educación: El sistema educativo en sociedades modernas. Funciones, cambios y conflictos*. Tecnos.
- Van Haecht, A. (1999). *La escuela va a examen: Preguntas a la sociología de la educación*. Biblos/ Miño y Dávila Editores.
- Vélez, E. (1988). *Los estudios sobre educación y sociedad en Colombia*. Red Académica.
- Vivas, H. (2016). Economía y sociología de la educación: Los retos del siglo XXI. *Sociedad y Economía*, 30, 11-13.
- Weber, M. (1998). *La ciencia como vocación*. Kupdf.net. https://kupdf.net/download/la-ciencia-como-vocacion-de-max-weber_5c0d-3c11e2b6f50c5a32c0fc_pdf
- Weber, M. (2007). *Las universidades americanas y las alemanas*. Ediciones Morata.
- Weber, M. (2008). *Economía y sociedad*. Fondo de Cultura Económica.
- Whitty, G., Power, S. y Halpin, D. (1999). *La escuela, el Estado y el mercado*. Ediciones Morata.

Enseñanza de las matemáticas: viaje de pasión, resiliencia y superación

Teaching Mathematics: A Journey of Passion, Resilience, and Perseverance

Pedro Daniel Celis-Camacho¹ 

Cómo citar este artículo:

Celis-Camacho, P. D. (2024). Enseñanza de las matemáticas: viaje de pasión, resiliencia y superación. *Pre-impresos Estudiantes*, (26), 18-26.

Preludio

¿Puede una promesa familiar convertirse en el motor que transforma vidas a través de la educación? Esta es la historia de cómo el sueño de una madre, el rigor de un padre y los desafíos de una educación desigual encendieron en mí la pasión por enseñar matemáticas. No se trata únicamente de un relato de superación personal, sino del reflejo de una lucha constante por reivindicar el valor de una enseñanza empática y accesible, transitando desde las aulas más hostiles hasta las más inspiradoras.

Este relato autobiográfico constituye una invitación a concebir la docencia como un acto de resiliencia, propósito y transformación social. En él se revela cómo la vocación docente, nutrida por la empatía educativa, transforma la enseñanza de las matemáticas en un diálogo donde los números y las emociones se entrelazan.

Palabras clave: enseñanza de las matemáticas; relato autobiográfico; formación docente

Prelude

Can a family promise become the driving force that transforms lives through education? This is the story of how a mother's dream, a father's discipline, and the challenges of an unequal education system ignited in me a passion for teaching mathematics. It is not merely a story of personal growth, but a reflection of a constant struggle to reclaim the value of empathetic and accessible teaching, moving from the most hostile classrooms to the most inspiring ones.

This autobiographical narrative is an invitation to conceive teaching as an act of resilience, purpose, and social transformation. It reveals how the teaching vocation, nurtured by educational empathy, transforms the teaching of mathematics into a dialogue where numbers and emotions intertwine.

Keywords: mathematics teaching; autobiographical narrative; teacher education

¹ Licenciado en matemáticas, docente con experiencia en educación de jóvenes y adultos. pdcelisc@upn.edu.co.

Inicio del viaje

Soy estudiante de la Universidad Pedagógica Nacional, actualmente estoy cursando el décimo semestre de la Licenciatura en Matemáticas, tengo veinticuatro años. Desde pequeño he sido una persona curiosa y llena de emoción por aprender cosas nuevas. A lo largo de mi trayectoria académica, he demostrado ser un estudiante responsable, comprometido y apasionado por el aprendizaje. Además, he tenido la oportunidad de desarrollar mi experiencia en educación como profesor de matemáticas en la Corporación CES Waldorf, donde he trabajado con adultos durante dos años. En mi tiempo libre, disfruto leer libros y practicar deportes. Me apasiona viajar y conocer nuevas culturas.

Por otro lado, quiero mencionar que en noveno semestre cursé el *Seminario de Práctica de Integración Profesional a la Escuela*, descubrí un espacio académico diseñado como una práctica de Investigación Formativa. Este seminario tenía como propósito principal acompañarnos mientras realizábamos la práctica, fomentando una conexión directa entre la teoría y la práctica docente.

Uno de los aspectos más enriquecedores fue el ambiente de discusión que se generó, donde compartimos y analizamos situaciones reales que enfrentamos en nuestras aulas. Con la ayuda de herramientas metodológicas y procesos de reflexión sistemáticos, logramos abordar estas situaciones de manera más efectiva y profesional. Además, este diálogo nos permitió reflexionar sobre nuestra identidad profesional como futuros educadores matemáticos, fortaleciendo nuestra comprensión del rol que desempeñamos en la enseñanza.

El seminario también nos introdujo a métodos de reflexión que ampliamente utilizamos en la comunidad educativa, como las narrativas autobiográficas y el enfoque R5. Aprendimos a investigar nuestra propia práctica educativa y a desarrollar habilidades para integrarnos en

comunidades de práctica colaborativa. Esto no solo mejoró nuestra capacidad de trabajar en equipo, sino que también fortaleció nuestro compromiso con el aprendizaje continuo.

Cabe destacar que una de las actividades realizadas consistió en la lectura de autobiografías de profesores de matemáticas, incluidas en los trabajos de grado de la Maestría en Docencia de la Matemática. Este ejercicio no solo me permitió reflexionar sobre las experiencias y trayectorias de otros educadores, sino que también me llevó a cuestionarme profundamente sobre mi identidad como docente y las razones que me llevaron a elegir esta profesión. En ese ejercicio me llamó especialmente la atención la biografía de Ana Pérez, cuyo relato me impactó profundamente por su constante lucha entre su amor por la enseñanza y las inseguridades que enfrentaba como docente. Su relato sobre el desafío de enseñar expresiones algebraicas refleja una mezcla de emociones, como la frustración de no lograr que los estudiantes comprendieran lo que para ella era sencillo, la duda ante sus propios métodos y la alegría cuando, pese a todo, veía avances en sus estudiantes. Momentos como cuando los educandos graficaron patrones en coordenadas polares y comenzaron a descubrir generalizaciones por sí mismos muestran la belleza de la enseñanza. Esa conexión mágica en la que ambos, docente y estudiantes, aprenden y crecen juntos. Es un recordatorio de cómo la educación está llena de altos y bajos emocionales, pero también de pequeñas victorias que hacen que todo valga la pena.

Las diversas actividades y las lecturas de las narrativas desempeñaron un papel fundamental como fuente de inspiración y guía en la construcción de mi autobiografía, la cual presento a continuación. Estas experiencias no solo alimentaron mi reflexión personal, sino que también me permitieron estructurar y dar sentido a los momentos más significativos de mi vida.

En este relato autobiográfico, se presenta una mirada profunda y personal a los momentos

y experiencias que han moldeado mi vida, influido en mis decisiones y forjado mi carácter. A lo largo de esta narrativa, exploro los aspectos clave de mi historia, desde mi infancia hasta la actualidad, destacando los eventos que han dejado una huella significativa en mi trayecto personal y profesional. La motivación para escribir esta autobiografía fue el deseo de comprender y reflexionar sobre las etapas que han definido quién soy yo y de compartir estas vivencias con la esperanza de que puedan inspirar o resonar con otros que también transitan sus propios caminos.

El punto de partida de este trabajo radica en las experiencias tempranas y los desafíos enfrentados en distintas etapas de mi vida, que no solo marcaron mi desarrollo, sino que también me enseñaron lecciones de valor, perseverancia y resiliencia. Estos eventos, tanto los momentos de éxito como los de adversidad, han sido fundamentales en el proceso de auto-descubrimiento y crecimiento.

Desde niño, luchando por cumplir el sueño de mi madre y la lección de mi padre

Desde que inicié a estudiar en el colegio, recuerdo las palabras de mi madre que decía “quiero que mis hijos sean profesionales y tengan la vida que siempre quise tener”, esas palabras nunca las he podido sacar de mi cabeza. En los primeros años, en el colegio me destacué por sacar buenas notas, para que mis padres se sintieran orgullosos de mí, siempre llegaba del colegio a casa y, de inmediato, me ponía a realizar todas las tareas. No necesitaba que mis padres revisaran mis cuadernos para saber si tenía tareas; ellos se daban cuenta de mi compromiso al ver que cumplía con mis responsabilidades. Nunca esperé un regalo o un premio por obtener siempre el primer puesto en el boletín, solo quería cumplir ese sueño de mi madre.

Cuando pasé a bachillerato estaba angustiado, porque mis hermanos mayores me comentaban que era más difícil, que los profesores no tenían paciencia y que querían hacer todo rápido, además, revisaban las tareas y si estaba mal su nota era cero. Cada vez que escuchaba los comentarios, me preocupaba porque no tenía el tiempo para enfocarme por completo al estudio, ya que, desde los seis años, mi padre me sacó a trabajar para enseñarme a negociar y no ser una persona ingenua al enfrentarme a la vida. Los comentarios de mi padre eran “hijo, yo sé que eres muy pequeño, pero debes ser un guerrero como tu padre, no tuve la oportunidad de estudiar por culpa de tu abuelo, pero en este instante te estamos dando educación, pero eso no significa que solo debas estudiar, también debes trabajar y rendir cuenta en ambos oficios”.

Decidí seguir el consejo de mi padre y luché por sacar buenas notas mientras trabajaba. En ese momento me tocó muy duro, no dormía bien y llegaba cansado a las clases, pero eso no me impedía obtener las mejores calificaciones. A las entregas de boletines siempre iba mi madre y los profesores la felicitaban por mis notas. Al llegar a casa, mi padre solicitaba el boletín y revisaba mis notas, una vez que se daba cuenta de que eran buenas, solo me decía: “ya se puede ir”. Para mí, era normal escuchar este tipo de palabras. No me afectaba, solo quería cumplir esa promesa que me hice desde pequeño, llegar a pisar una universidad y obtener un título universitario.

El costo de un sueño al tener que trabajar, estudiar y superar los desafíos económicos

Todo iba bien hasta que en grado undécimo me tocó asistir al colegio en contrajornada, es decir, siempre estudié en la jornada tarde y en las mañanas trabajaba, pero al darle esa

noticia a mi padre, se sorprendió y me hizo un comentario: "Qué vamos a hacer, *debes trabajar*". Cuando escuché lo que dijo mi padre, mi pensamiento fue retirarme de estudiar y dedicarme a trabajar. Se me nubló la mente y me sentí mal al pensar en que no podría cumplir la promesa que le hice a mi madre. Pasados algunos días, comencé a buscar una solución y lo único que se me ocurrió fue decirle a mi padre que me dejara estudiar, asegurándole que seguiría trabajando los fines de semana como de costumbre. Y que, al finalizar el año, cuando supiera que iba a aprobar el año, me dedicaría a trabajar día y noche para recuperar el tiempo perdido. Cuando le mencioné lo anterior, lo único que dijo fue: "listo, dele las gracias a su mamá". Al escuchar lo que dijo mi papá abracé a mi mamá y se lo agradecí.

Finalizando el año, tuve las mejores calificaciones del curso y me sentí bien, porque al fin tuve algo de tiempo para dedicarle al estudio y así, estar más cerca de cumplir mi promesa. En ese momento, estaba realizando trámites para obtener una beca en una universidad privada y estudiar contaduría pública. ¿Por qué esa carrera? Simplemente, era la opción más económica, y la beca solo cubría el 75 % de los costos. Pero para nadie es un secreto que dicha universidad es muy costosa y mis padres no podían costear el restante. Por eso, comencé a trabajar en un almacén de cadena todas las vacaciones, día y noche, para conseguir suficiente dinero para pagar la universidad. Llegado el momento de pagar, mi papá me colaboró con la mitad del dinero y yo puse la otra mitad.

Del orgullo a la frustración al enfrentar las brechas académicas en la universidad

Dentro de mí, estaba muy contento, porque había alcanzado un gran logro: graduarme del colegio y poder pagar el semestre de la universidad. Antes de entrar a clases, estaba confiado

porque me sentía preparado académicamente, no puedo decir que me fue mejor en una materia que en otra; en general, me fue igual de bien en todas. Sin embargo, al ingresar a la semana de inducción, me llevé una gran sorpresa por varias situaciones que se presentaron.

La primera fue cuando tuve que presentar la prueba de inglés para que me clasificaran en un nivel y continuar en el proceso. Me sentí la peor persona del mundo, ya que tenía que entablar un diálogo con el profesor y mantener la conversación. No logré hablar ni un minuto y mucho menos entender lo que me preguntaban. En ese momento, sentí que había sido estafado en cuanto a los conocimientos que me había brindado el colegio. Creía que me había ido bien en inglés, porque en contrajornada tomé una materia extra, con una profesora que tenía paciencia al enseñar y siempre me decía que yo era el mejor estudiante de todos los cursos de undécimo. Pero al enfrentarme a lo que me sucedió en la universidad, me di cuenta de que solo memorizaba palabras en inglés y las traducía al español, pero nunca me imaginé que el inglés fuera un campo de estudio tan amplio.

La segunda situación tuvo que ver con una materia llamada *Escritura y Redacción*, donde me di cuenta de que tenía malas bases, porque al leer los textos que traía la profesora, no los entendía y me sentía frustrado, ya que todos los estudiantes leían y comprendían al instante. Cada uno pasaba al frente del salón y compartía lo que había comprendido, pero la profesora me dijo que tenía dificultades en la parte lectora. En ese momento recordé que en el colegio no nos ponían a leer libros, textos, literatura, entre otros. Una vez más, me sentí estafado y pensé que en realidad lo que había aprendido en el colegio no era nada en comparación con lo que aprendieron mis compañeros de clase que habían salido de algunos colegios privados.

La tercera, la que me llevó a la desgracia y a no querer estudiar jamás en una universidad. Fue en la clase de matemáticas, más espe-

cíficamente en *Precálculo*. La docente, de la que nunca olvidaré su rostro, su forma de ser, su carácter fuerte, entre otras cosas, al iniciar la clase, nos dijo: “ustedes ya son grandes y pasaron por la matemática básica del colegio, sin embargo, voy a hacer un repaso de lo que ustedes ya deben saber, voy a perder el tiempo, pero me toca”. Al escuchar lo que dijo la profesora sentí miedo, pero pensé que no sería tan difícil, ya que, simplemente eran números. Acto seguido, la profesora nos pasó un libro pequeño y nos dijo que la universidad nos lo regalaba. Se titulaba *Ejercicios de matemáticas fundamentales, por Oscar Silva Silva*. Al observar los contenidos, bajé la mirada porque no había visto esos temas en el colegio y pensé de inmediato: “otra materia en que me estafaron”.

La docente indicó que abriéramos el libro en la página 25 y que, por orden de lista, pasaría a cada uno a resolver el ejercicio correspondiente a los diferentes casos de factorización. Cada estudiante pasaba y lo resolvía sin ninguna dificultad, mientras tanto, yo estaba hablando con dos compañeras que eran las únicas que se ponían en mi lugar y, en el diálogo, ellas me comentaban que habían estudiado los casos de factorización, pero no recordaban cómo hacerlo. Luego, pasó un estudiante al tablero y le tocó resolver el ejercicio, que a estas alturas se ve fácil de realizar, pero en aquel tiempo yo no tenía ni idea de cómo hacerlo. En el colegio jamás vimos los casos de factorización, en ese instante me pregunté ¿Qué temas fueron los que vi en octavo? Recordé que en ese tiempo hubo un cambio de docente, y el nuevo solo nos proporcionaba guías, pero hasta donde recuerdo, en dicho grado nunca vi letras.

El estudiante no pudo realizar el ejercicio planteado, la actitud de la profesora no fue agradable y lo hizo sentir la peor persona del mundo delante todos los compañeros. Me acuerdo de que le dijo: “¿cómo no va a poder realizar un ejercicio tan fácil que es de grado octavo? Usted ya es grande, aquí no venga

hacerme perder el tiempo, la única pista que le doy es diferencia de cuadrados y lo debe realizar, así que no haga perder el tiempo de sus compañeros”. El estudiante con lágrimas le dijo a la profesora que no se acordaba, que pasara a otro compañero, la profesora le dijo: “está a tiempo de retirarse de la universidad o cambiar de carrera, no sirve para estudiar contaduría”, lo único que hizo el estudiante fue agarrar sus cosas, salió del salón llorando y destrozado internamente.

Al ver esta situación no sabía qué hacer, porque tampoco sabía cómo realizar el ejercicio que para la profesora era muy fácil. Al instante escuché mi nombre y me dijo la profesora que resolviera este ejercicio: $(3x - \frac{1}{2})^2 - (2x + \frac{1}{3})$. Al verlo no me sentía cómodo pasando al tablero porque no sabía cómo resolverlo, lo que me salvó fue que ya era hora del descanso, por lo cual, la docente manifestó que cuando regresáramos del descanso continuaríamos con el ejercicio que le tocó a Pedro. Al salir al descanso, mis dos compañeras me dijeron que ese ejercicio estaba muy difícil, que no sabían cómo comenzar a desarrollarlo para ayudarme.

Ante esa situación, con preocupación, angustia, miedo y con pensamientos negativos, decidí salir de la universidad e irme para la casa, no quería sentir lo mismo que le pasó al compañero. En el trayecto de la universidad a la casa, empecé a cuestionarme si de verdad fui el mejor estudiante de mi colegio, si todas las medallas, las menciones de honor, el homenaje a la mejor tesis que me gané con esfuerzo fue una simple fantasía. Llegué a la conclusión de que simplemente salí mal preparado del colegio, y lo que gané son simplemente objetos. También decidí no volver a estudiar en una universidad “para qué seguir intentando si perdí doce años de mi vida”, en ese instante pensé que mi papá tenía razón, cuando me decía que trabajar era la mejor opción.

De la duda a la determinación, una segunda oportunidad para seguir adelante

Cuando llegué a la casa, saqué valor y le comenté a mis padres lo sucedido. Mi mamá lo asimiló con calma y me dijo que entendía la situación, pero mi papá no me dijo que debía seguir estudiando y terminar la carrera, pasó por encima de mis emociones, así que me fui al cuarto enojado. Después de unos minutos, quería hablar con mi mamá al respecto y decirle que no pude cumplir mi promesa, y que me iba a poner a trabajar como siempre me lo dijo mi padre, pero al escuchar a mi madre llorar y decirle a mi padre que yo era la única esperanza que tenía de salir graduado de una universidad, me conmovió y me propuse estudiar fuertemente las materias en las que tenía dificultad. Así que les dije a mis padres que iba a seguir estudiando. En medio de los problemas y la pérdida de clases, lo mejor que me recomendaron las personas del Bienestar Universitario de la universidad fue que aplazara el semestre y volviera a retomar el siguiente.

De este modo, aproveché el tiempo y me inscribí a un curso de inglés de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y fui a la biblioteca del barrio y vi un libro de 1614 páginas, que explicaba una gran parte de las matemáticas básicas —como las llamaba la profesora de matemáticas de la universidad—, como aritmética, álgebra, geometría, trigonometría, geometría analítica, cálculo diferencial y cálculo integral, entonces empecé a estudiar fuertemente el libro y también el curso de inglés.

Vencer los miedos y compartir el conocimiento: mi regreso a la universidad

Pasado el tiempo de un semestre, volví a pisar la universidad privada, con todas las ganas

de aprender, pero a la vez con algo de miedo, aunque esta vez muy confiado, porque llegué al nivel A2 de inglés y pude estudiar hasta la página 1000 del libro de matemáticas con el solucionario de todos los ejercicios propuestos. Así que cuando me tocó de nuevo hacer la prueba de inglés, pude entablar un diálogo con la persona que me estaba evaluando y le entendía la gran mayoría de palabras y le respondía con las bases que tenía y sí, afortunadamente quedé clasificado en el nivel A2 de la universidad. Ahora bien, en *Precálculo* quería que me tocara con la misma profesora que estaba antes, pero desafortunadamente no estaba dando clase y la trasladaron a otra facultad, esto de pronto por la problemática que se presentó. Como el funcionario de Bienestar Universitario me dijo que le contara el motivo, yo le conté absolutamente todo lo sucedido, entonces creo que por esa situación trasladaron a la profesora. Pero todo pasa por algo, porque llegó un profesor llamado Santiago Pérez, que se destacaba por su espectacular forma de enseñar, para que todos los estudiantes le prestaran atención y no se aburrieran de las matemáticas; era admirable. En ese momento me pregunté ¿por qué no me tocó con un profesor así desde un inicio?, y no con una profesora que no sé si merezca que la llamen de esa forma.

Cuando el profesor preguntaba “quién quiere pasar al tablero a resolver este ejercicio”, yo era el primero en ir y solucionar el ejercicio, el profesor me decía explíquelos y yo les explicaba a los estudiantes. Había comentarios como “¡ayyyyyy sí! ya entendí”, “El muchacho explica bien, quisiera que mi profesor de matemáticas explicara de esa forma”, entre otros. En este punto, comenzó mi amor por enseñar a estudiantes que no entendían las matemáticas, que enfrentaban dificultades similares a las que yo había experimentado. En todas las clases, el profesor me daba la oportunidad de enseñar a otros estudiantes, porque veía potencial en mí para las matemáticas. En una ocasión, me preguntó: “de qué colegio eres”, en ese instante me sentí

incómodo al responderle. Le dije: “salí de un colegio donde no me enseñaron lo necesario para enfrentar la vida universitaria, lo que sé en este momento es porque estudié libros por mi propia cuenta”, el profesor al escucharme notó que no quería hablar al respecto y me dijo “eres todo un valiente, no cualquiera hace eso, de estudiar por sus propios medios y más con libros”.

De la Contaduría a las Matemáticas, un cambio de rumbo en busca de cumplir un sueño

En este contexto, las clases avanzaban y me estaba yendo bien en todas las materias. Me sentí como en aquellos tiempos en los que estudiaba y las materias se me facilitaban, pero dentro de mí sentía un dilema: no sabía si seguir estudiando o cambiar de carrera. El profesor de matemáticas de la universidad me hizo comprender que no todos los docentes de matemáticas son malas personas y que debido a la actitud de algunos profesores que tratan mal a los estudiantes, muchos educandos les tienen miedo a las matemáticas. Así que me di cuenta de que realmente lo que quería estudiar era algo relacionado con enseñar matemáticas y me puse a averiguar al respecto, hasta que supe de la Universidad Pedagógica Nacional, que es la educadora de educadores, y decidí estudiar allí.

Le pregunté al profesor Santiago dónde había estudiado matemáticas para ser docente, a lo que me respondió “en la Universidad Pedagógica Nacional que es la mejor para sacar licenciados en Matemáticas”. Como ya había investigado sobre la universidad, le dije que me interesaba estudiar matemáticas, y me respondió lo siguiente “estudiar matemáticas es difícil, y muy agotador, pero si realmente quieres estudiar para ser docente y te nace, hazlo,

siempre hay una primera vez”. De esta manera, decidí renunciar a la beca que había ganado y a la plata que se invirtió, dejé todo atrás, faltando diez días para terminar el semestre, no quería terminar algo que no me gustaba (Contaduría Pública). Esperé que subieran las notas al sistema Banner, para contarles la decisión a mis padres y que no dijeran que renuncié porque me quedó grande, sino mostrarles las notas que tenía, todas por encima de 4 y Precálculo 4,7 sin presentar el examen final. Mi mamá, como siempre, me respondió que todo iba a estar bien. Sin embargo, mi papá me cerró las puertas para seguir estudiando; ya no me iba a colaborar económicamente, y me invitó a que buscara la manera de seguir estudiando si era lo que deseaba.

Ante esta situación, comencé a estudiar matemáticas por mi cuenta y trabajar para comprar el pin y, así, poder realizar las pruebas de admisión de la Universidad Pedagógica Nacional. En los dos primeros intentos no fui aceptado, pero eso no impidió que siguiera intentándolo. En el tercer intento, me llegó un correo informándome que había pasado la prueba específica y que me citaban para realizar la entrevista. Preciso ese correo llegó cuando estaba de visita en la casa de mis padres, y al escuchar dicha noticia, mi mamá me abrazó y me dijo: “hijo, siempre he confiado en ti y sé que lo vas a lograr, eres una persona muy dedicada al estudio y pasaste por varios problemas y los enfrentaste”. Escuchar esas palabras me hizo sentir que todo lo que había estudiado había valido la pena, que solo faltaba la entrevista, para poder decir que era parte de la comunidad educativa de la Universidad Pedagógica Nacional.

Mientras esperaba ansiosamente la entrevista, me dediqué a enseñar matemáticas a las personas cercanas y, así, fue aumentando el número de personas que querían que les explicara hasta llegar a preparar a estudiantes que estaban estudiando en la universidad. En ese

proceso, confirmé que tenía paciencia y el amor de enseñar como me lo había dicho el profesor Santiago. Escuchar el agradecimiento de cada una de las personas que ayudé me hacía sentir contento, porque estaba cumpliendo con el propósito por el cual había decidido estudiar Licenciatura en Matemáticas: “no hacer sentir mal a las personas que están estudiando matemáticas y darles una oportunidad para que aprendan y se sientan cómodos, sin ningún temor al enfrentarse a dicha materia”.

Al momento de presentarme a la entrevista, pensé en las palabras que siempre me decía mi papá “uno en esta vida está solo, y si nadie pelea por lo que quiere, nadie lo va a hacer por usted, hay momentos en que uno no debe pensar en las demás personas, sino en uno mismo para poder triunfar”. Así que apliqué lo que me había enseñado, pensar solo en mí y no preocuparme por los demás. Al entrar a la sala donde estaban realizando la entrevista había cuatro estudiantes y dos profesores. Cuando empezó la entrevista los docentes realizaban preguntas y era el que primero levantara la mano, y yo sin pensar la respuesta alzaba la mano y respondía lo que se me viniera a la mente. Afortunadamente me fue bien y al salir de la entrevista tenía la certeza que ya había pasado los filtros y que me iban a enviar el correo diciéndome que pasé a la universidad. Cabe decir que al salir de la sala había dos estudiantes que no habían participado y salieron llorando, en ese instante me sentí mal, pero también pensé que de alguna manera tenía que destacarme y darle la noticia a mi madre.

Logros compartidos, de un sueño familiar a una pasión personal por enseñar

Días más tarde, me llegó el correo que decía que fui aceptado y que tenía que estar atento a la documentación que debía entregar. Al leer esa noticia, lo único que se me vino a la

mente: “por fin entré a la primera etapa para cumplir mi sueño y el de mi madre”. Cuando le di la noticia a mi mamá se puso muy contenta, porque pasé los filtros de la universidad y por lo que fui el único de la familia en ingresar a una universidad pública.

Al iniciar mis estudios universitarios, aunque había estudiado de forma autónoma y me sentía preparado, me enfrenté a grandes desafíos académicos. Al cursar *Elementos de Geometría*, me enfrenté a un reto inesperado. Inicialmente, asumí que la materia trataría sobre el cálculo de perímetros, áreas y volúmenes de figuras abstractas. Sin embargo, desde el primer día, la docente nos llevó a cuestionar nuestros conocimientos previos con preguntas como: “Escriba afirmaciones de la que pueda estar completamente seguro de que son ciertas”.

Este ejercicio me hizo reflexionar sobre la naturaleza del conocimiento matemático y me llevó a enfrentarme a herramientas y conceptos que no había manejado antes, como el uso del editor de ecuaciones y la notación matemática formal. Además, uno de los mayores desafíos fue la introducción de las demostraciones a tres columnas, un método que, en un principio, resultó complejo de comprender.

Con el tiempo, la dificultad de la materia aumentó, ya que las clases se centraban cada vez en la construcción de demostraciones rigurosas. A medida que avanzábamos, el enfoque pasó de las demostraciones en tres columnas a las de dos columnas, lo que exigía mayor precisión y claridad en el razonamiento matemático.

Otra dificultad surgió al cursar la materia de *Teoría de Conjuntos*, por lo que me encontré con un enfoque inesperado, ya que las clases se centraban exclusivamente en demostraciones. El docente estructuró el curso mediante exposiciones de los estudiantes en cada sesión, sin brindar explicaciones detalladas que facilitarían la comprensión de los conceptos, los cuales eran altamente abstractos. Además,

nos indicaba que debíamos leer el libro guía y extraer de allí los ejercicios para nuestras exposiciones. Sin embargo, el texto resultaba complejo y poco accesible, lo que dificultaba aún más el aprendizaje. A lo largo del semestre, esta metodología se mantuvo sin variaciones, lo que limitó la posibilidad de aclarar dudas y profundizar en los temas de manera efectiva.

En el primer semestre, al exponer frente a mis compañeros, me sentí inseguro debido a la experiencia previa de la universidad privada, donde algunos profesores desmotivaban a los estudiantes con actitudes negativas. Para mi sorpresa, en esta nueva etapa encontré docentes que, aunque estrictos, son apasionados por la enseñanza. Este contraste me ayudó a distinguir entre la exigencia que impulsa el crecimiento y las actitudes desmotivadoras. Gracias a ese aprendizaje, transformé mis miedos en confianza y desarrollé habilidades para enfrentar retos académicos, lo que me permitió avanzar con firmeza semestre tras semestre hasta llegar a donde estoy hoy.

Con el tiempo me he dado cuenta de que desde pequeño había querido salir adelante, para cumplir el sueño de mi madre. Sin embargo, mientras estudiaba cambié esa forma de pensar. Como hijo siempre busco que mis padres se sientan orgullosos de mí, y eso era lo que yo pensaba en aquel momento. Por esa razón quise ingresar a la educación superior, aunque no era la carrera que más me apasionaba, como me sucedió en aquella universidad privada. Ahora pienso en mis intereses y en lo que realmente me gusta hacer: enseñar. Sin dejar de lado el deseo de que mi madre también se sienta feliz cuando me gradúe.

Cerrar un capítulo, abrir futuros

Al finalizar esta etapa de mi vida, me doy cuenta de que la educación no solo es un camino hacia el conocimiento, sino una travesía que mol-

dea nuestra identidad y propósito en la vida. Mirando hacia atrás, los desafíos y los logros en mi formación académica no solo me enseñaron contenidos, sino que forjaron mi carácter resiliente y comprometido. Esta experiencia me ha permitido entender la importancia de la disciplina, el esfuerzo y el valor de superar cada obstáculo como una oportunidad de crecimiento.

A lo largo de este relato personal, he aprendido valiosas lecciones. Cada dificultad y cada éxito han dejado huellas profundas, y se han convertido en pilares que hoy sostienen mi identidad y mi vocación como educador. Estos aprendizajes han impactado mi vida, brindándome una perspectiva que me ayuda a conectar y empatizar con los demás, especialmente con aquellos que también enfrentan desafíos en su propio camino educativo. Esto puede resonar en otras personas que se encuentran en situaciones similares, recordándoles que es posible superar adversidades con perseverancia y visión.

Este recorrido me ha permitido evolucionar, he pasado de ser un estudiante inseguro y temeroso a un profesional comprometido con una visión clara: hacer la educación matemática un proceso significativo y accesible para todos. Momentos clave, como el apoyo de mi madre y las experiencias universitarias, han sido fundamentales en esta transformación, impulsándome a ser mejor y a continuar perfeccionándome para alcanzar mis metas.

La relación con los demás ha sido un pilar fundamental en esta trayectoria, desde el apoyo incondicional de mi familia hasta el aprendizaje colaborativo con colegas y estudiantes, cada vínculo ha enriquecido mi perspectiva y me han dado fuerzas en momentos difíciles. Estos lazos han reafirmado mi deseo de devolver a la comunidad lo que he aprendido, ayudando a otros a alcanzar sus metas.

En cuanto a mis aspiraciones futuras, deseo seguir creciendo como educador y convertirme

en un referente en la enseñanza de las matemáticas, inspirando a mis estudiantes a ver esta disciplina no solo como una asignatura, sino como una herramienta para realizar diversas

aplicaciones que les ayuden en su contexto personal y en lo académico. Aspiro a construir un legado basado en el compromiso, la empatía y la pasión por enseñar.

Racionamiento de agua: formación de sujetos políticos en la clase de matemáticas

Water Rationing: The Formation of Political Subjects in the Mathematics Classroom

Nicolás Ángel Torres¹ 
Laura Valentina Morales-Rocha² 

Cómo citar este artículo:

Torres, N. Á. y Morales-Rocha, L.V. (2024). Racionamiento de agua: formación de sujetos políticos en la clase de matemáticas. *Pre-impresos Estudiantes*, (26), 27-35.

Introducción

Este artículo surge a partir de la socialización de dos trabajos desarrollados en paralelo. El primero de ellos es la tesis de pregrado titulada *La clase de matemáticas como un escenario para formar sujetos políticos*,³ que emplea la estrategia investigativa de análisis documental en los campos de formación política (FP) y educación matemática crítica (EMC), con el objetivo de proponer estrategias para formar políticamente a los estudiantes en la clase de Matemáticas.

El segundo trabajo versa sobre la experiencia de aula que surge en el marco del proyecto de aprendizaje titulado *Estudios estadísticos enfocados en problemáticas de la vida real*,⁴ llevado a cabo en la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori con estudiantes de sexto grado. El objetivo fue analizar y comprender

la situación del racionamiento de agua en la ciudad de Bogotá por medio de la realización de estudios estadísticos. En este caso, la estrategia investigativa empleada se sustenta en la ingeniería didáctica (Camargo, 2021).

En diferentes escenarios de discusión, se han compartido los resultados de ambos trabajos. A pesar de haber sido desarrollados con diferentes metodologías, el primero proporciona sobre todo conocimientos desde el ámbito teórico y en el segundo hay una mayor preponderancia en la práctica docente. Ambos convergen en la idea de que en la clase de matemáticas es posible formar a los estudiantes de manera integral. Esto implica no solo apuntar a la construcción del conocimiento matemático, sino también dotar al estudiante de diferentes herramientas

1 Licenciado en Matemáticas por la Universidad Pedagógica Nacional. nangelt@upn.edu.co

2 Licenciada en Matemáticas por la Universidad Pedagógica Nacional. Profesora de matemáticas en el Gimnasio Los Arrayanes Bilingüe. lvmoralesr@upn.edu.co

3 Esta monografía fue elaborada por la estudiante Valentina Morales como opción de trabajo de grado para optar por el título de licenciada en Matemáticas.

4 Este proyecto fue diseñado e implementado en el semestre 2024-1 por el estudiante Nicolás Ángel en el espacio de Práctica de Integración Profesional en la Escuela de la Licenciatura en Matemáticas.

para que pueda cuestionar la realidad y proponer acciones que puedan transformar las problemáticas que influyen en una comunidad.

En este orden de ideas, el presente artículo aborda las maneras en que se puede formar políticamente a los estudiantes en la clase de matemáticas.

Ambos trabajos responden a un interés personal que se respalda en la formación en diferentes espacios académicos de la Licenciatura en Matemáticas, en los que se ha logrado reconfigurar la perspectiva sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Lejos de limitarse a la mera transmisión de un conocimiento, se enfocan en el fomento de diferentes competencias que puedan preparar al estudiante para la sociedad. Esta perspectiva se alinea en uno de los objetivos de la educación matemática planteado por D'Ambrosio (2009), el cual versa sobre enseñar matemáticas como una estrategia para una buena educación. En este sentido, las matemáticas son el medio y no el fin de la educación ya que, ante todas las demandas y complejidades del mundo actual, es necesario formar sujetos con unos valores que contribuyan a una transformación positiva de la sociedad fundamentada en la responsabilidad, la equidad y la justicia.

El documento se organiza de la siguiente manera: en primer lugar, se presenta la definición adoptada de FP y EMC, y se exponen aquellos aspectos imprescindibles de la enseñanza y el aprendizaje que permiten garantizar la formación de sujetos políticos en el aula.⁵ En segundo lugar, se describe y analiza la implementación del proyecto de aula mencionado. Tercero, se realiza la triangulación entre la experiencia de aula y los aspectos imprescindibles de FP para mostrar aquellos factores comunes que posibilitaron la formación política de los estudiantes. En cuarto, y último lugar, se exponen los resultados y las conclusiones, destacando aquellos aprendizajes y retos que se identificaron al

momento de gestionar la clase y reflexionar sobre ella.

A grandes rasgos, esta investigación pretende responder la siguiente pregunta: ¿De qué manera pueden utilizarse las problemáticas del diario vivir de los estudiantes, en la clase de matemáticas, para desarrollar el sentido crítico en la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo? Asimismo, se pretende identificar los retos que enfrenta el profesorado de matemáticas en este proceso y las implicaciones desde un punto de vista teórico y práctico de una clase de matemáticas desde el enfoque de la EMC en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Formación política y educación matemática crítica

En este apartado se sintetizan algunas de las conceptualizaciones construidas alrededor de los campos mencionados. Para el caso de la formación política (FP), se consideran las fuentes referenciadas en Morales (2024).

La FP se entiende como un “proceso de conscientización sobre la realidad social, política y cultural que permite la construcción y deconstrucción de discursos y prácticas” (Morales, 2024, p. 25). Este proceso se articula en torno a las dinámicas del poder y su impacto en la consecución del bien colectivo, con el propósito de generar acciones transformadoras que beneficien a una comunidad dentro de una sociedad democrática.

Por su parte, en el análisis de la educación matemática crítica (EMC) se tuvieron en cuenta referentes como Gutiérrez (2013a, 2013b), Skovsmose (1997, 1999), Christensen *et al.* (2008), Guerrero (2008), Gutstein (2006), Hanaford (1998), Sánchez y Torres (2017), Torres (2018, 2022) y Valero (1999, 2002, 2017, 2021). Desde esta perspectiva, la EMC se concibe como un enfoque que emplea la enseñanza y el

⁵ Cabe resaltar que lo mencionado es fruto de la revisión y análisis documental presentada en la tesis de pregrado.

aprendizaje de las matemáticas para que los estudiantes se reconozcan como miembros activos de una comunidad, capaces de proponer y ejecutar acciones orientadas al bien común, al tiempo que buscan eliminar barreras de injusticia social, inequidad y exclusión.

Si bien estos dos campos parecen distantes, por un lado, la EMC es una corriente de la didáctica de las matemáticas, y por otro, la FP un campo estrechamente vinculado a los estudios sociales. El análisis documental permite evidenciar coincidencias tales como repensar y transformar la visión tradicional de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la escuela, promoviendo una educación que no solo transmite conocimientos, sino que también forme ciudadanos críticos y comprometidos con la transformación social.⁶

Aspectos imprescindibles de enseñanza y aprendizaje desde la formación política

Uno de los productos derivados del análisis documental en el campo de la FP es la caracterización de aquellos aspectos que se consideran imprescindibles en los procesos de enseñanza y aprendizaje desde esta perspectiva. En este marco, se han definido tres categorías fundamentales: metodología, competencias y habilidades, cada una con criterios específicos que orientan su aplicación.

La tabla 1 presenta un desglose detallado de estas categorías. Dicha caracterización resulta clave, ya que permite evaluar la experiencia de aula compartida en este artículo a partir de los elementos identificados, con el propósito de determinar qué factores favorecieron la formación de sujetos políticos en las clases de matemáticas.

Tabla 1. Aspectos imprescindibles para formar sujetos políticos en la escuela

Categoría	Criterios	Significado
Metodología	Acercamiento a la realidad en el aula	El profesor propone situaciones reales contextualizadas que permiten comprender las dinámicas sociales, culturales, económicas, políticas o ambientales de una comunidad.
	Evidencia de una cultura democrática en el aula	Promoción de contextos educativos que promuevan la participación de los estudiantes considerando la diversidad de estilos de aprendizaje y sus experiencias previas desde todas las dimensiones, atendiendo a la caracterización estudiantil.
	Dinámica dialéctica entre los sujetos	Hay una mayor interacción profesor-estudiante y se hacen evidentes discusiones grupales que logran la construcción colaborativa e individual del conocimiento y de la identidad de cada uno de los estudiantes.
	Didáctica política	Contempla tres aspectos esencialmente: 1) la emisión del juicio político del estudiante, 2) el profesor no debe imponer subjetividades en los estudiantes a la hora de presentar hechos políticos del país o de la sociedad en general y 3) el objetivo de las clases debe apuntar a promover la capacidad analítica de los estudiantes. Además, el profesor debe fomentar ambientes que les permitan a los estudiantes proponer alternativas de solución frente a las problemáticas que están abordando.
	Objetivo de aprendizaje y enseñanza más allá del contenido	En la clase implícita o explícitamente se pretende responder a la pregunta sobre a qué tipo de sociedad se apuesta y qué modelo de personas se quieren formar. ⁷

⁶ Para ampliar o profundizar aún más este planteamiento véase Morales (2024).

⁷ Con esta pregunta no se pretende describir un tipo de sociedad ideal pues esto implica un arduo debate que incluye diferentes perspectivas teóricas. El tipo de sociedad a la cual se refiere hace alusión a las bases que sustentan tanto la EMC como la FP. Para ahondar más en este asunto, véase Morales (2024).

Categoría	Criterios	Significado
Competencias	Capacidad democrática	Habilidades y aptitudes que tienen los individuos para resolver determinados problemas que afectan a una comunidad.
	Acción política	La posibilidad de los estudiantes de tomar decisiones que velen por el bien común teniendo en cuenta que ellos deben asumirse como ciudadanos en igualdad de condiciones que cumplen con ciertos deberes y gozan de ciertos derechos.
	Participación política	Los estudiantes son conscientes de la descentralización del poder y reconocen que todos los sujetos pueden actuar políticamente. Conciben la política como una cualidad del ser humano desde sus dimensiones como ser social e histórico, y esta no se puede restringir a ciertos actores.
Habilidades	Análisis de la realidad	Los estudiantes deben aprender a procesar y manejar el conocimiento sobre la realidad y el contexto que les rodea, investigar, analizar críticamente y aplicar instrumentos que les permitan identificar una situación como problemática.
	Sensibilización de la realidad	Los estudiantes deben tener una responsabilidad ética, política y social con su contexto.

Nota. Tomado de *La clase de matemáticas como escenario para formar sujetos políticos*, por L. Morales, 2024, tesis de pregrado inédita, Universidad Pedagógica Nacional.

Descripción de la experiencia de aula

La experiencia tuvo como eje articulador el desabastecimiento de agua en Bogotá. En las primeras sesiones, fue necesario entender la posición de los estudiantes frente a dicha situación, con la finalidad de establecer un punto de partida y, en consecuencia, apuntar a objetivos de índole procedimental, actitudinales y, sobre todo, reflexivos. Para el alcance de este objetivo, se hipotetizó sobre el hecho de un futuro cercano en el cual “el agua es accesible para unos pocos”. Tras el análisis y debate sobre dicho escenario, fue evidente que los estudiantes no se sentían cómodos y conformes con la realidad alterna propuesta ya que, en sus palabras “la situación podría llevar a que nos enfrentemos por el agua”. A partir de este tipo de afirmaciones, se percibió una preocupación latente por parte de los estudiantes respecto de la situación que atravesaba la ciudad en aquel entonces.

Además de la preocupación comentada, ellos manifestaban las consecuencias que esta acción traería a corto plazo, pero, asimismo eran conscientes del beneficio que esto significaría a largo plazo.

Dentro de las participaciones orales de algunos estudiantes, se destacan algunas como: “prefiero no bañarme uno o dos días, que no bañarme por el resto de la vida” y “yo podría dejar de hacer casi todas las actividades que hago y haría lo simple, beber agua y comer, lo demás podría dejarlas para después”. Esta última afirmación se da durante la discusión sobre “¿Qué actividades podrían dejar de hacer ustedes para aportar al ahorro del agua?”.

De aquí, surgió una reflexión hecha por un estudiante y que fue de interés para la clase: “en algunos lugares se ve el desperdicio de agua mientras otros intentan ahorrar, entonces, ¿ahí que se hace?”. Tras esta reflexión y algunas otras afirmaciones, los estudiantes se vieron inmersos e incluidos en la problemática inicial, lo cual, para la práctica y los objetivos planteados era un excelente punto de partida.

En la experiencia, fue posible caracterizar el proceso vivido por los estudiantes desde la primera y hasta la última clase y se observaron avances en los ámbitos procedimental, actitudinal y reflexivo. Por ejemplo, en clases iniciales se afirmaba que “el agua proviene de la llave”, y en las últimas sesiones, los estudiantes hablaban sobre el tratamiento y los procesos que se llevan a cabo en los embalses aledaños a Bogotá

para gozar del “agua de la llave”. Por otro lado, en el componente matemático, se dio el paso de un desconocimiento total de la aplicación de la estadística en este tipo de problemáticas al manejo de datos reales, el uso de tablas de frecuencias y la representación de información en diferentes gráficos estadísticos. De índole reflexivo, se encontró que los estudiantes crearon conciencia sobre la importancia de la lluvia para los embalses, el uso adecuado del agua y las opciones y posibilidades que tienen ellos para la conservación del preciado recurso a corto y largo plazo.

Es un hecho que los estudiantes implícitamente eran conscientes de la problemática que los rodeaba, sin embargo, esto no era relevante para ellos, ya que desconocían las consecuencias que se podían desencadenar a corto, mediano y largo plazo. Las matemáticas y la problematización de la situación inicial fueron de vital importancia, ya que se brindó la herramienta para “enfrentar” la problemática y de paso se concientizó sobre el valor del agua. Fue evidente que el proceso llevado a cabo en el aula fue trascendente para los estudiantes puesto que emergió a la comunidad educativa, en especial a los estudiantes de sexto grado. En varias ocasiones se comentó que los estudiantes discutían sobre la problemática en sus hogares, lo cual fue un aspecto positivo para la experiencia. Esto se consideró un logro, ya que más allá del uso de la matemática, se logró concientizar a una parte de la comunidad, hecho que se materializó en la preocupación latente y las acciones de mejora dentro y fuera del aula respecto al cuidado del agua (campañas institucionales, programas en la radio del colegio, charlas sobre el cuidado del recurso, entre otras).

Análisis e interpretación de la participación de los estudiantes

En cuanto al uso de conceptos matemáticos en la realidad, se observó que los estudiantes no solo mejoraron en el análisis de datos e información, sino que también desarrollaron una mayor capacidad para justificar sus afirmaciones. Por

ejemplo, al trabajar con datos de la Empresa de Acueducto de Bogotá (tablas de frecuencia y pictogramas), realizaron observaciones como: “Profe, el consumo aumentó/disminuyó X% respecto al día anterior”. Destacó su constante análisis y comparación de la información para monitorear la evolución del nivel de agua en los embalses y respaldar sus argumentos con datos recolectados.

Además, fue relevante su temprana familiarización con prácticas investigativas, lo que puede favorecer el desarrollo progresivo de habilidades críticas, analíticas e investigativas ante problemáticas sociales y ambientales.

Otro asunto por destacar fue la apropiación con la que los estudiantes abordaron la situación problemática y las diferentes alternativas propuestas a lo largo de las sesiones para disminuir la cantidad de agua que se emplean en actividades cotidianas. La experiencia se consideró significativa gracias a dos pilares fundamentales: el primero, adentrar a los estudiantes en la importancia y potencia que tiene la estadística como herramienta para entender lo que sucede en la realidad que los rodea; y segundo, el hecho de contemplar la posibilidad de sembrar una semilla en la mente de cada estudiante sobre la importancia, el uso y el cuidado que se debe tener con un recurso tan preciado como lo es el agua.

¿Hubo formación política en esta experiencia de aula?

Para responder a la pregunta planteada en el título de este apartado, es necesario realizar una evaluación que tome en cuenta lo expuesto en el apartado anterior y las categorías presentadas en la tabla 2. Esta evaluación permite esclarecer cuáles aspectos se promovieron o no en la clase para formar sujetos políticos. Para ello, se han asignado tres posibles calificaciones a cada criterio:

- S: indica que la acción se cumplió de manera efectiva,

- P: refleja un cumplimiento parcial del criterio (aunque se consideran algunos elementos, otros están ausentes)
- N: señala que no hay evidencia del cumplimiento de dicho criterio en la experiencia de aula.

Tabla 2. Valoración para determinar la formación de sujetos políticos en la experiencia

Categoría	Criterios	Valoración
Metodología	Acercamiento a la realidad en el aula	S
	Evidencia de una cultura democrática en el aula	S
	Dinámica dialéctica entre los sujetos	S
	Didáctica política	P
	Objetivo de aprendizaje y enseñanza más allá del contenido	S
Competencias	Capacidad democrática	S
	Acción política	S
	Participación política	N
Habilidades	Análisis de la realidad	P
	Sensibilización de la realidad	S

Nota. Tomado de *La clase de matemáticas como escenario para formar sujetos políticos*, por L. Morales, 2024, tesis de pregrado inédita, Universidad Pedagógica Nacional.

La parcialidad en cuanto a la didáctica política se debe a que no todos los estudiantes emitieron juicios políticos, eran pocos los que tenían esa participación. Esto se debe principalmente a tres aspectos: el primero, al miedo que sienten algunos estudiantes de manifestar su opinión; segundo, al poco interés que sentían por la situación que estaban abordando en el aula; y tercero, algunos estudiantes no percibían claramente cómo se podía conectar el conocimiento matemático con el racionamiento de agua en Bogotá.

Respecto a la participación política, se evidencia que esta se encuentra ausente y esto se debe, principalmente, a la edad de los estudiantes, que oscila entre los diez y los trece años, y

a la formación previa que han recibido, la cual no les ha brindado oportunidades para involucrarse en este tipo de actividades. Además, se puede inferir (de acuerdo con la observación que hizo el FEM⁸) que en las clases no suele haber una articulación entre la realidad y los conocimientos disciplinares.

En cuanto a la habilidad del análisis de realidad, este no se hizo evidente en mayor medida, pues en el asunto de investigar el por qué desafortunadamente los estudiantes trabajan en el aula y muy pocos lo hacen fuera de esta; tras salir de la clase, muchos de ellos se desconectan totalmente de dichos contenidos y en la mayoría de los casos no tienen una actitud de curiosidad por indagar las problemáticas que los aquejan. No obstante, algunos estudiantes sí mostraban este interés y además aplicaban los instrumentos de estudio pertinentes, en este caso la estadística.

Si bien se cumplieron la mayoría de los criterios, la formación política en la clase de matemáticas fue limitada; aunque algunos estudiantes participaron activamente y aplicaron herramientas como la estadística para analizar problemáticas sociales, algunos estudiantes no lograron desarrollar las actividades adecuadamente. Además, la edad y la formación previa de los estudiantes influyó significativamente en su involucramiento. A grandes rasgos, aunque hubo avances, la formación de sujetos políticos no se vio en todos los casos.

Resultados y conclusiones

A partir de la valoración presentada en la tabla 2 se concluye que la metodología utilizada permitió cumplir con diversos criterios fundamentales, como el acercamiento de la realidad al aula, la evidencia de una cultura democrática, la dinámica dialéctica entre los sujetos y un enfoque de enseñanza y aprendizaje que

⁸ Futuro Educador Matemático.

trascendió el contenido. Sin embargo, faltó un mayor énfasis en la didáctica política. Para fortalecer este aspecto, se sugiere generar un ambiente de confianza donde los estudiantes se sientan seguros para expresar sus opiniones y relacionar sus aprendizajes con su contexto.

En este sentido, para promover la participación política en el aula, es esencial integrar actividades que familiaricen a los estudiantes con el debate y la toma de decisiones desde su realidad. La falta de formación previa en estos espacios puede abordarse mediante metodologías como el aprendizaje basado en proyectos, lo que facilita la articulación de los conocimientos disciplinares con situaciones concretas. De este modo, los estudiantes podrán reconocer la relevancia del contenido matemático en los problemas reales que se abordan en clase.

Asimismo, fortalecer la habilidad de análisis de realidad requiere fomentar en los estudiantes el hábito de la indagación más allá del aula. En muchas ocasiones, los estudiantes se desconectan de los contenidos una vez finalizada la clase, lo que limita su desarrollo investigativo. No obstante, reconocer y potenciar el interés de aquellos que ya muestran iniciativa puede motivar al resto del grupo a involucrarse más activamente en la exploración de su entorno.

La triangulación de datos de ambos trabajos puso de presente que los estudiantes suelen dudar de sus habilidades procedimentales y orales, posiblemente debido a la falta de experiencias en otros espacios académicos donde sean el centro del aprendizaje y puedan expresar ideas basadas en información escuchada, leída o inferida. En este sentido, promover proyectos de este tipo no solo les otorga un rol más activo en su formación, sino que también fortalece sus habilidades comunicativas e investigativas. Además, estos proyectos no solo facilitan la comprensión de conceptos matemáticos, sino que también fomentan la reflexión crítica sobre su entorno desde edades tempranas.

Este proceso favoreció una mayor reflexión sobre la labor docente, reconociendo que su rol va más allá de la enseñanza matemática. Se identificó la importancia de utilizar las matemáticas como una herramienta para interpretar la realidad, lo que exige diseñar situaciones didácticas en las que los estudiantes se sientan involucrados con su cotidianidad. Para lograrlo, es fundamental considerar al menos cuatro aspectos clave:

1. Proponer situaciones en contextos reales y cercanos a los estudiantes,
2. Garantizar que el docente tenga claridad sobre el objeto matemático y la competencia por desarrollar, estableciendo conexiones con la situación abordada,
3. Fomentar el trabajo grupal y las preguntas problematizadoras en el aula, y
4. Actualizarse constantemente para llevar datos reales al aula, permitiendo que los estudiantes identifiquen la aplicación de las matemáticas en situaciones reales, más allá de los ejercicios ficticios típicos de una enseñanza tradicional.

En cuanto al aprendizaje matemático, los estudiantes demostraron un avance significativo en comparación con las clases iniciales. Por primera vez, no solo utilizaron el lenguaje estadístico, sino que también manejaron conceptos propios de esta área, logrando establecer relaciones con problemáticas sociales como el desabastecimiento de agua en la ciudad. Esto refuerza la idea de que la *Educación Matemática Crítica* (EMC) permite que las matemáticas surjan como un medio para comprender problemáticas sociales, ambientales, económicas y políticas.

A pesar de su corta edad, los estudiantes adquirieron un sentido de responsabilidad social respecto a la problemática. A lo largo de la experiencia, se vio un aumento en su motivación no solo por mejorar sus informes, sino también por seguir indagando sobre la evolución del abastecimiento de agua en Bogotá.

En síntesis, a pesar de los aspectos que no se cumplieron o se cumplieron parcialmente según la tabla 2, la experiencia de este proyecto de aula permite afirmar la hipótesis inicial: es posible formar más allá del conocimiento matemático en el aula y fomentar escenarios de aprendizaje en los que los estudiantes puedan cuestionar y transformar su realidad. En particular, los estudiantes comprendieron que la estadística es una herramienta que les permite analizar la realidad y proponer soluciones a problemáticas concretas.

Esta experiencia posibilitó tanto a los estudiantes como al profesor conocer ambientes pedagógicos alternativos a la enseñanza tradicional de las matemáticas. Si bien no se omite la transmisión y evaluación de conceptos y procedimientos, este enfoque va más allá, potenciando procesos matemáticos como la comunicación y el razonamiento por medio de la construcción colectiva del conocimiento. Esto se apreció cuando los estudiantes asumieron un rol activo en su formación matemática, dejando de lado el enfoque tradicional y adoptando una perspectiva investigativa mediante la estadística, explorando soluciones y alternativas para la problemática planteada.

Por último, los resultados obtenidos en este estudio pueden contribuir a los avances en Colombia en el campo de la EMC. Aunque diversos investigadores han reflexionado sobre sus prácticas docentes desde esta perspectiva, centrándose en la formación de ciudadanos, esta propuesta plantea un enfoque más profundo: apostar por la formación de sujetos políticos a través de la EMC. De este modo, se promueve una enseñanza que no solo desarrolle el pensamiento crítico, sino que también motive la participación activa en la transformación de la sociedad.

Referencias

- Arias, G. y Villota, F. (2007). De la política del sujeto al sujeto político. *Anfora*, 14(23), 39-52.
- Atehortúa, L. (2007). El papel político de la formación integral. Algunas consideraciones sobre educación y política. *Revista Debates*, 46, 53-61.
- Avellaneda, Y. (2013). Formación política en y desde la escuela. Aportes para construir la relación infancia-escuela-política. *Praxis & Saber*, 4(8), 201-223.
- Camargo, L. (2021). *Estrategias cualitativas de investigación en educación matemática: Recursos para la captura de información y el análisis*. Universidad de Antioquia.
- Castillo, E. y Sánchez, C. (2003). ¿Democratizar la escuela o escolarizar la democracia? Dilemas de la socialización política en la escuela colombiana. *Revista Colombiana de Educación*, 45.
- Christensen, O. R., Skovsmose, O. y Yasukawa, K. (2008). *The mathematical state of the world: Explorations into the characteristics of mathematical descriptions*. In O. Skovsmose, P. Valero y O. R. Christensen (Eds.), *University science and mathematics education in transition* (pp. 105–124). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09829-5_6
- D'Ambrosio, U. (2009). *A nonkilling mathematics?* En J. E. Pim (Ed.), *Toward a nonkilling paradigm* (pp. 241–270). Center for Global Nonkilling.
- Echavarría, C. (2009). La formación avanzada en clave ético-moral y política: ¿Por qué y para qué la formación política y para la ciudadanía en Colombia? *Actualidades Pedagógicas*, 1(54), 213-225.
- Freire, P. (1984). El proceso de alfabetización política: Una introducción. En *La importancia de leer y el proceso de liberación* (pp. 66–81). Siglo Veintiuno Editores.
- Guerrero, O. (2008). Educación matemática crítica. Influencias teóricas y aportes. *Evaluación e Investigación*, 1(3), 1-14.
- Gutiérrez, R. (2013a). The sociopolitical turn in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(1), 37-68.

- Gutiérrez, R. (2013b). Why (urban) mathematics teachers need political knowledge. *Journal of Urban Mathematics Education*, 6(2).
- Gutstein, E. (2006). *Reading and writing the world with mathematics: Toward a pedagogy for social justice*. Routledge.
- Hannaford, C. (1998). Mathematics teaching is democratic education. *ZDM-Mathematics Education*, 6, 181-187.
- Henao, F. y Álvarez, M. (2015). La formación en cultura política en el contexto histórico colombiano. *Historia y Espacio*, 45, 147-172.
- Lobatón, R. (2016). El ámbito científico de la formación política: elementos conceptuales y líneas de investigación. *Educación y Educadores*, 19(2), 254-273.
- Lobatón, R. (2020). Modelo de competencias sobre formación política: aporte a la formación inicial docente en educación ciudadana. *Revista Brasileira de Educação*, 25, 1-23.
- Martínez, M. C. (2006). Disquisiciones sobre el sujeto político. Pistas para pensar en su reconfiguración. *Revista Colombiana de Educación*, 50, 120-145.
- Morales, L. (2024). *La clase de matemáticas como escenario para formar sujetos políticos* [Tesis de grado inédita, Universidad Pedagógica Nacional].
- Pinto, D. (2021). La pedagogía crítica y las ciencias sociales. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 1(2), 183-188.
- Rojas, L. y Portilla, E. (2004). Apuntes sobre formación política: responsabilidad ciudadana. *Revista científica Guillermo de Ockham*, 2(2), 109-138.
- Sánchez, B. J. y Torres, J. (2017). La responsabilidad del currículo de matemáticas en la formación de ciudadanos que cuestionen la estructura social de clases. Una mirada desde perspectivas sociopolíticas. *Revista Colombiana de Educación*, 73, 299.
- Skovsmose, O. (1997). Competencia democrática y conocimiento reflexivo en matemáticas. *EMA*, 2(3), 191-216.
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Ediciones Uniandes.
- Torres, J. (2018). Formación de profesores de matemáticas desde la educación matemática crítica. El caso del grupo de investigación EdUtopía. *Revista Colombiana de Matemática Educativa*, 3(2), 27-32.
- Torres, J. (2022). Miradas críticas en la educación matemática. *Revista Colombiana de Educación*, 86, 321-342.
- Valero, P. (1999). Deliberative mathematics education for social democratization in Latin America. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 31(1), 20–26. <https://doi.org/10.1007/s11858-999-0005-7>
- Valero, P. (2002). Consideraciones sobre el contexto y la educación matemática para la democracia. *Quadrante*, 11(1), 49-59.
- Valero, P. (2017). El deseo de acceso y equidad en la educación matemática. *Revista Colombiana de Educación*, 73, 99-128.
- Valero, P. (2021). Enactaciones de la educación matemática crítica en Colombia. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 14(1), 47-66.

Concepción de laboratorio de matemáticas y una mirada al laboratorio virtual de matemáticas

Conception of a Mathematics Laboratory and a Look at the Virtual Mathematics Laboratory

Laura María Monroy-Hoyos¹ 
Andrés Felipe Carvajal-Gómez² 

Cómo citar este artículo:

Monroy-Hoyos, L.M. y Carvajal-Gómez, A.F. (2024). Concepción de laboratorio de matemáticas y una mirada al laboratorio virtual de matemáticas. *Pre-impresos Estudiantes*, (26), 36-44.

Introducción

Este estudio se desarrolla en el marco de la Maestría en Docencia de la Matemática de la Universidad Pedagógica Nacional, bajo el núcleo problémico de Tecnología y Educación Matemática. Surge a raíz de la identificación de una problemática asociada a la conceptualización de los laboratorios virtuales de matemáticas (LVM), evidenciada por los autores al revisar la literatura sobre este concepto. Se observó que existen diferencias significativas entre la naturaleza de un laboratorio de matemáticas (LM) y lo planteado para un LVM. Por ello, mediante una revisión documental, se realizó una comparación exhaustiva entre ambos conceptos para determinar los elementos necesarios que permitan caracterizar adecuadamente el LVM.

Antecedentes

Dado que el objetivo de la investigación se centra en el diseño de un LVM, es preciso considerar el trabajo realizado por Maschietto y Trouche

(2010), quienes desarrollaron un estudio enfocado en responder a las preguntas ¿existen buenos contextos para desarrollar instrumentos matemáticos? ¿existen buenas prácticas docentes que ayuden a la génesis instrumental y a la construcción de significados matemáticos? y ¿cómo es posible promover dichas prácticas docentes? El estudio se fundamentó en el enfoque instrumental propuesto por Rabardel (1995) y en el enfoque de la mediación semiótica propuesto por Bartolini-Bussi y Mariotti (2008). Consistió en la revisión documental de los enfoques mencionados y de la historia de las matemáticas para concluir que el LM, gestionado desde una serie específica de reglas, se considera un buen contexto para desarrollar instrumentos matemáticos y promover la génesis instrumental³ en los estudiantes, junto con la construcción de significados y el desarrollo de determinados procesos matemáticos. Asimismo, los autores aluden a la posibilidad de

¹ Magíster en Docencia de la Matemática, Universidad Pedagógica Nacional, estudiante. lmonroyh@upn.edu.co.

² Magíster en Docencia de la Matemática, Universidad Pedagógica Nacional, estudiante. afcarvajalg@upn.edu.co

³ Entendida como el constructo que caracteriza el proceso mediante el cual los seres humanos interactúan con objetos cotidianos que dotan de significados para resolver tareas.

orquestrar actividades de laboratorio mediadas por tecnologías digitales, no obstante, no especifican qué características deben tener estos espacios.

Marco teórico

En los últimos años, diversos autores (Jaimés y Quiroga, 2020; Castro y Forero, 2019) han señalado la existencia de una problemática relacionada con el aprendizaje de las matemáticas, pues parece ser que los métodos seleccionados por los profesores para su enseñanza no apuntan hacia un aprendizaje eficaz de los objetos y procesos matemáticos, que les permita a los estudiantes enfrentarse a las disposiciones de la sociedad actual. Una posible causa de lo anterior radica en que dichos métodos ubican como eje central del proceso de enseñanza y aprendizaje al profesor y al conocimiento matemático, y dejan de lado otros aspectos que investigaciones recientes, como la de González y Tovar (2017), han considerado importantes para el aprendizaje de las matemáticas, como el rol del estudiante, el contexto y las prácticas docentes, entre otros.

En ese orden de ideas, la comunidad de educadores matemáticos se ha encargado de investigar y proponer estrategias que le permitan al profesor llevar a cabo un proceso de enseñanza y aprendizaje diferente, que considere relevantes y esenciales los aspectos importantes que se mencionaron. Una de las propuestas que se enfoca en la actividad del estudiante, en la experimentación, y en el desarrollo de procesos y competencias es el LM.

Según Maschietto y Trouche (2010), el LM centra su atención en el vínculo que existe entre los aspectos manipulativos y el aprendizaje de las matemáticas, por lo tanto, está relacionado con la tradición pedagógica y didáctica de los métodos activos. Este concepto ha sido investigado por profesores de matemáticas así como por matemáticos, relacionándolo particu-

larmente con el uso de artefactos. El objetivo de un LM, según Borel (2002), es la construcción de significados matemáticos.

El LM a lo largo de su historia ha sido conceptualizado por diferentes investigadores en términos de sus elementos característicos. A continuación, se presentan algunas definiciones. La UMI-CIIM⁴ (2004; citado por Grueso y Valencia, 2019) define el LM como “un conjunto estructurado de actividades que tienen como objetivo construir significados para los objetos matemáticos” (p. 60). El LM muestra similitudes con el concepto de *talleres renacentistas*, en los cuales los aprendices aprendían viendo lo que se hacía y haciendo, comunicándose entre sí y con los expertos.

En consonancia con lo anterior, Kahane (2006) menciona que un LM es una sala, equipada con algún material (computadoras, libros, materiales y objetos) que puede usarse para experimentos o construcciones matemáticas. El autor menciona que un LM debe contar con un buen conjunto de actividades para proponer a los participantes y que debe ser un espacio para la experimentación. Del mismo modo, para Pabón *et al.* (2008) el LM es una estrategia pedagógica de utilización de materiales, en la que se encuentra un conjunto de actividades matemáticas para que los participantes desarrollen autónomamente por medio del uso de variadas situaciones.

Hernández y Ángel (2017) comentan que el LM es una estrategia de enseñanza y aprendizaje. Su objetivo es permitir que los alumnos descubran, relacionen, apliquen y construyan su propio aprendizaje, a partir de la interacción con diferentes recursos. Dicha autora sostiene que la experimentación es esencial dado que ayuda a los estudiantes a superar la idea de que las matemáticas son aburridas e innecesarias.

4 Unión Matemática Italiana-Comisión Italiana para la Enseñanza de las Matemáticas

Las definiciones comentadas permiten dar una idea de la esencia de lo que se concibe como LM. No obstante, dando cumplimiento a los objetivos de esta investigación centraremos la atención en lo relacionado con los laboratorios virtuales de matemáticas. Para García *et al.* (2002) el LVM es entendido como el aula de informática, pues es allí donde los estudiantes pueden realizar exploraciones de objetos matemáticos usando computadores. Biñan (2015) establece que el LVM es un simulador interactivo de objetos de estudio matemáticos. Finalmente, Infante (2014) apoyándose en la Unesco (2000) define el LVM como un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y la experimentación a distancia con el fin de investigar o realizar otras actividades creativas, y elaborar y difundir resultados mediante tecnologías difundidas de información y comunicación.

Metodología

Dada la naturaleza de la investigación, se sigue un enfoque cualitativo de tipo fenomenológico, ya que el interés de este estudio se centra en la descripción, el análisis y la interpretación de información. Este enfoque se relaciona con la elaboración de un constructo sobre el LVM, basado en documentos que registran la concepción de LM y otros adicionales que contribuyen a su construcción; en consonancia con lo anterior, la aproximación es interpretativa o hermenéutica.

Para la revisión documental, se llevaron a cabo varios procedimientos rigurosos de búsqueda y selección entre los años 2000 y 2024. Se eligió este periodo debido al desarrollo que tuvieron los entornos virtuales en la enseñanza de las matemáticas, teniendo en cuenta la introducción de tecnologías digitales importantes en las últimas dos décadas y el impacto de la pandemia de covid-19, que transformó las prácticas educativas hacia entornos virtuales, impulsando avances considerables.

Inicialmente, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas como ERIC y Google Scholar, utilizando palabras clave como “laboratorio de matemáticas” y “laboratorio virtual de matemáticas”. Se identificaron y descargaron cinco documentos publicados entre el 2000 y el 2020. Posteriormente, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, como la relevancia del contenido y la calidad de la fuente, para seleccionar los documentos más pertinentes. Los documentos seleccionados fueron analizados en profundidad para identificar y comparar las definiciones y características esenciales de LM y LVM.

En relación con las fases de la investigación, primero se identificaron y se registraron en una matriz las definiciones o concepciones de varios referentes sobre el LM, con el fin de caracterizar los elementos esenciales que lo componen. A continuación, se consultó sobre las concepciones de LVM expuestas por distintos referentes nacionales e internacionales, y se identificaron algunos aspectos que se correspondían con la concepción de LM. En tercer lugar, se estableció la diferencia entre un ambiente virtual de aprendizaje y un LVM, para, finalmente, determinar un constructo teórico adecuado sobre LVM que se correspondiera con la esencia de un LM, identificada en las anteriores revisiones.

De acuerdo con las definiciones mencionadas, es posible determinar que estas se encuentran distantes de las concepciones sobre el LM, ya que las definiciones para el LVM se centran en el recurso tecnológico mas no en la actividad propia del estudiante en términos de su interacción con el medio. Por esta razón es pertinente elaborar un constructo sobre el LVM que sea consecuente con los elementos generales que caracterizan al LM.

Resultados y análisis

Con base en la revisión documental realizada, fue posible establecer una serie de categorías

fundamentadas en los elementos que se consideraron constitutivos de un LM. En la tabla 1 se presentan las categorías comentadas y en la tabla 2 se expone la relación entre estas y las concepciones de lm tenidas en cuenta en el marco teórico.

Tabla 1. Categorías del LM

Abreviación	Categorías según aspectos clave de las definiciones
CT1	Aquellas que se refieren al LM como un conjunto de actividades
CT2	Aquellas que se refieren al LM como un espacio físico
CT3	Aquellas que contemplan la experimentación
CT4	Aquellas que contemplan el uso de recursos tangibles
CT5	Aquellas que contemplan el uso de tecnología digital
CT6	Aquellas que contemplan la construcción de significados matemáticos
CT7	Aquellas que contemplan la interacción social

Nota. Elaboración propia

Para comprender mejor las distintas dimensiones del LM, es esencial explorar cada una de las categorías identificadas en nuestra revisión documental. Cada categoría representa un aspecto clave que caracteriza y define la función y estructura de un LM. A continuación, se presentará un análisis detallado de cada categoría, comenzando con la conceptualización del LM como un conjunto de actividades (CT1). Este análisis se basará en las definiciones y descripciones extraídas de los documentos revisados, para proporcionar un marco comprensivo que integra tanto las perspectivas teóricas como las prácticas observadas en la literatura. A medida que avancemos, examinaremos cómo estas actividades no solo facilitan la experimentación y el uso de recursos tangibles y digitales, sino que también contribuyen significativamente a la construcción de significados matemáticos entre los estudiantes.

En relación con la CT1, esta se refiere a la conceptualización del LM como un conjunto de actividades diseñadas para facilitar el aprendizaje y la comprensión de conceptos matemáticos. En esta concepción, los LM son descritos en la literatura como “entornos” que promueven el aprendizaje de las matemáticas por medio de prácticas experimentales que corresponden a simulaciones, resolución de problemas, experimentos y proyectos colaborativos.

En cuanto a la categoría CT2, esta se refiere a la definición del LM como un espacio físico específicamente diseñado para facilitar el aprendizaje y la experimentación en matemáticas. Estos espacios suelen estar equipados con una variedad de recursos físicos, tales como manipulativos, herramientas de medición, tecnología digital, pizarras interactivas y mobiliario flexible. Según Arce (2004), el LM se considera un espacio abierto para el estudiante, donde se encuentran organizadas una serie de actividades y materiales para resolverlas. Estas actividades no solo se refieren a contextos reales, sino también a contextos matemáticos específicos y se caracterizan porque no requieren del acompañamiento directo de un profesor para su resolución.

La CT3 se enfoca en la importancia de la experimentación dentro del LM y cómo esta práctica facilita el aprendizaje activo y la comprensión de conceptos matemáticos. En el LM, la experimentación se concibe como el proceso mediante el cual los estudiantes interactúan con materiales y recursos matemáticos para explorar y comprender conceptos por medio de la práctica y la observación. La CT4 y la CT5 se centran en el uso de los recursos tangibles y la tecnología digital para el favorecimiento del aprendizaje. En el LM, el uso de esos recursos se concibe como la integración de materiales que los estudiantes pueden manipular y explorar durante el desarrollo de una actividad. Estos recursos tangibles incluyen manipulativos, herramientas de medición y otros dispositivos físicos. Por otro lado, la tecnología digital

se entiende como la incorporación de herramientas y plataformas digitales, tales como *software* educativo, simulaciones, aplicaciones de realidad aumentada y pizarras interactivas, que enriquecen la experiencia de aprendizaje al proporcionar medios más dinámicos para la representación de los objetos matemáticos.

La ct6 se refiere a la construcción de significados matemáticos en un LM, entendida como el proceso mediante el cual los estudiantes comprenden los conceptos matemáticos por medio de actividades prácticas y exploratorias. El LM debe ser un entorno donde los estudiantes puedan conectar ideas abstractas con experiencias concretas, y se promueva una comprensión holística de las matemáticas. Este proceso se ve fortalecido por la ct7, ya que en la literatura re-

sada, la mayoría de las definiciones coinciden en la importancia de la interacción social desde la perspectiva sociocultural del aprendizaje de Vygotsky.

Para una mejor comprensión y organización de las diferentes concepciones del LM, hemos desarrollado una tabla que clasifica cada definición de acuerdo con las categorías establecidas en nuestra revisión documental. En la tabla 2, cada concepción se clasifica según los aspectos clave que aborda. Esta clasificación no solo facilita la comparación entre las diferentes definiciones, sino que también destaca los elementos comunes y divergentes que enriquecen nuestra comprensión del LM y su implementación en contextos educativos.

Tabla 2. Relación concepciones LM y categorías LM

Concepción	ct1	ct2	ct3	ct4	ct5	ct6	ct7
AA. VV. (2004)	x				x	x	x
Kahane (2006)	x	x	x				
Pabón <i>et al.</i> (2018)	x			x	x		x
Hernández (2017)	x		x	x	x		
Mascietto y Trouché (2010)	x	x	x	x	x	x	x
Arce (2004)		x	x	x	x		x

Nota: elaboración propia

Esto permitió identificar que uno de los elementos que comparten todas las concepciones analizadas es que el LM se concibe como un conjunto de actividades; no obstante, estas actividades son diseñadas de manera tal que permitan la experimentación con recursos tangibles y tecnológicos. De este modo, consideramos que un LM no requiere necesariamente de un espacio físico. Así las cosas, para efectos del presente trabajo, comprenderemos como LM un conjunto de actividades que tienen

como propósito la construcción de los significados de los objetos matemáticos, mediante la experimentación con recursos didácticos.

Por otro lado, al analizar las concepciones sobre LVM, se logró evidenciar que estos planteamientos distan de los elementos característicos de un LM. En la tabla 3 se muestran las categorías establecidas teniendo en cuenta las definiciones comentadas en el marco teórico, la relación entre estas y las concepciones de LVM presentadas en el marco teórico.

Tabla 3. Categorías del LVM

Abreviación	Categorías según aspectos clave de las definiciones
CT1-LVM	Aquellas que se refieren al LVM como un conjunto de actividades.
CT2-LVM	Aquellas que se refieren al LVM como un simulador (objeto virtual de aprendizaje)
CT3-LVM	Aquellas que contemplan el uso de una computadora.
CT4-LVM	Aquellas que contemplan la experimentación.
CT5-LVM	Aquellas que se refieren al LVM como un ambiente virtual de aprendizaje.

Nota: elaboración propia

Infante (2014), en articulación con la Unesco (2000), define el LVM como un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y la experimentación a distancia con el fin de investigar o realizar otras actividades creativas, y elaborar y difundir resultados mediante las TIC. Para Biñan (2015), por su parte, un LVM es un simulador interactivo de objetos de estudio matemáticos.

Al comparar *grosso modo* estas concepciones con las del LM, es posible determinar algunas diferencias que radican particularmente en la naturaleza del LM. Es por ello por lo que el propósito de este documento es establecer una concepción de LVM que tenga en cuenta la naturaleza del LM. En consecuencia, enseguida se mencionarán aspectos relevantes sobre el funcionamiento del LVM.

De acuerdo con lo anterior, la concepción propuesta por Biñan (2015) no corresponde con lo estipulado para un LM. El autor se refiere al LVM como un simulador interactivo de objetos de estudio matemáticos, pero si se analiza esta concepción a la luz de los cuatro elementos constitutivos del LM expuestos en la sección anterior, se podría mencionar que dicha concepción no está alineada con la naturaleza de un LM. En primer lugar, porque en su concepción no se alude a la experimentación, ni a las actividades de laboratorio y tampoco a la interacción

social, asuntos fundamentales del LM. Desde la perspectiva de Biñan (2015) un LVM puede ser, según se interpreta de su investigación, un *software* como GeoGebra; no obstante, consideramos que GeoGebra, por sí mismo, no puede considerarse un LVM porque aunque el *software* permita que haya una suerte de exploración con las herramientas que posee, es claro que este tiene unos objetivos particulares que distan de los del LM: la representación de los objetos matemáticos. En síntesis, GeoGebra o cualquier *software* del cual se haga uso en el aula para el proceso de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas, no necesariamente es un LVM.

Otro *software* del cual se suele hablar en educación matemática cuando se alude a las simulaciones es PhET, una plataforma gratuita en línea proporcionada por la Universidad de Colorado en Boulder. Desde nuestra perspectiva, PhET tampoco es un LVM porque este no contempla por sí mismo actividades de laboratorio, ni interacción social. Los aplicativos que contiene son simuladores interactivos en su mayoría descontextualizados, es decir, no tienen una situación problemática de fondo, sino que más bien, sus funciones corresponden a la representación y simulación de situaciones específicas que desempeñan un papel más cercano a permitir la experimentación. Con esto precisamos que, aunque PhET no sea un LVM, no significa que en uno de ellos no se pueda considerar su uso.

Ahora bien, la razón principal para que estas aplicaciones y *softwares* no sean considerados LVM es que el adjetivo virtual que se interpone entre el LM parece hacer referencia a dos cosas completamente distintas: la primera es a un LM mediado por tecnologías, en particular digitales, y la segunda, a un LM que hace uso de tecnologías en general. Un *software* por sí mismo no tiene esos elementos que caracterizan un LM porque generalmente están pensados para hacer representaciones de objetos matemáticos, simulaciones a las que se les puede asignar

cualquier contexto o exploraciones centradas solo en el contexto matemático. Estos tienen más sentido para un LM cuando se consideran recursos porque son ellos quienes permitirán la construcción del conocimiento matemático a partir de su manipulación. En todo caso, este asunto no es relevante para los LVM, precisamente porque esta concepción los transforma de inmediato en LM que en sus recursos considera la tecnología digital.

De este modo, cualquier cosa denominada LVM debe asegurar tanto la presencia de los componentes esenciales del LM como su integración y operación coordinada, para garantizar un adecuado funcionamiento. Es por ello por lo que un LVM es un LM mediado por tecnologías digitales. Así las cosas, coincidimos con Infante (2014) en que un LVM es un espacio electrónico, pero en este debe existir una representación de los elementos: recursos didácticos, conjuntos de actividades, experimentación e interacción social y construcción de significados.

Para lograr entonces la correspondencia entre el LVM y el LM, se hace preciso situarlo en un espacio electrónico o, en términos más específicos, un ambiente virtual de aprendizaje (AVA), el cual debe estar compuesto por diferentes objetos virtuales de aprendizaje (OVA) que garanticen la actividad de experimentación, la ubicación del conjunto de actividades, los recursos y que facilite la interacción social. Por consiguiente, un LVM es un AVA conformado por OVA caracterizadas según los elementos que componen un LM.

Conclusiones

Este estudio ha permitido una comprensión profunda y detallada del LM y su conceptualización desde diferentes perspectivas. Mediante la revisión documental y el análisis de las definiciones existentes se han identificado seis categorías clave que caracterizan a los LM: el conjunto de actividades (CT1-LM), el espacio

físico (CT2-LM), la experimentación (CT3-LM), el uso de recursos tangibles (CT4-LM), el uso de tecnología digital (CT5-LM) y la construcción de significados matemáticos (CT6-LM).

Los resultados indican, por una parte, que los LM son entornos educativos dinámicos y versátiles que combinan una variedad de recursos y metodologías para facilitar el aprendizaje y la comprensión de conceptos matemáticos. La integración de actividades prácticas, el uso de materiales tangibles y digitales, y la promoción de la experimentación y la interacción social son elementos esenciales que contribuyen al éxito de los LM en el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes. Además, se destaca la importancia de la construcción de significados matemáticos, que permite a los estudiantes conectar ideas abstractas con experiencias concretas y promueve una comprensión holística y duradera de las matemáticas. La revisión de la literatura sugiere que estos enfoques no solo mejoran el rendimiento académico, sino que también fomentan una actitud positiva hacia el aprendizaje de las matemáticas.

Además, un LM se caracteriza por ser un espacio físico en el que los estudiantes pueden manipular materiales concretos, realizar experimentos y explorar conceptos matemáticos por medio de actividades prácticas. En estos espacios, el uso de recursos tangibles como regletas, bloques geométricos, ábacos y otros materiales facilita la construcción de significados matemáticos. También promueven, por un lado, el aprendizaje colaborativo mediante la comunicación, argumentación o refutación de ideas y, por otro lado, el desarrollo del pensamiento lógico, a partir de la generación de estrategias para la resolución de problemas, y la formulación y posterior verificación de hipótesis. De este modo, el LM fomenta el aprendizaje basado en la experimentación, la exploración y la construcción del conocimiento mediante la interacción con materiales tangibles y la interacción social.

Por otra parte, se observa que los aspectos que se tienen en cuenta en las definiciones estudiadas del LVM distan, en gran medida, de las características propias de un LM. Mediante el análisis comparativo que se efectuó en este artículo se identificó que las definiciones del LVM abordadas se centran exclusivamente en el uso de herramientas digitales y simulaciones en las cuales se dejan de lado varios de los elementos característicos del LM, como la experimentación, la interacción social y la construcción de significados matemáticos. De este modo, se expone la necesidad de una conceptualización del LVM para que este no se restrinja al uso de recursos tecnológicos. En lugar de esto, se espera que este concepto reúna los elementos característicos del LM y se incorporen como un entorno virtual.

Cabe señalar que la implementación de un LVM puede proporcionar un ambiente digital óptimo en el que se logre experimentar sin la necesidad de contar con el material tangible, pero con diversas posibilidades de simular fenómenos de la vida cotidiana que resultan difíciles de recrear en la realidad escolar. Por ende, se establece que un LVM debe ser diseñado de tal manera que facilite la incorporación de situaciones que aborden contextos muy cercanos a la realidad, que permitan la experimentación por parte de los estudiantes.

En consecuencia, un LVM se caracteriza por el uso de herramientas digitales e interactivas que permiten simular fenómenos matemáticos y visualizar conceptos abstractos de manera dinámica. Estos entornos pueden incluir *software* especializado, aplicaciones en línea, simulaciones, entornos de realidad aumentada y plataformas de aprendizaje adaptativo. Entre sus principales ventajas se encuentra la posibilidad de acceder a múltiples representaciones de un mismo concepto, la interacción con escenarios dinámicos y la posibilidad de personalizar el aprendizaje según el ritmo y las necesidades de cada estudiante. Desde la perspectiva metodológica, los laboratorios virtuales

facilitan el aprendizaje autónomo, el acceso a recursos didácticos en línea y la integración de tecnologías emergentes en la enseñanza de las matemáticas.

Finalmente, las categorías desarrolladas en este estudio proporcionan un marco teórico sólido para futuras investigaciones y la implementación práctica de LM en diversos contextos educativos. Este marco puede ser utilizado por educadores y desarrolladores de currículos para diseñar y mejorar los LM, asegurando que cumplan con los objetivos educativos y las necesidades de los estudiantes.

Referencias

- Arce, J. (2004). *Área de Educación Matemática* (Documento interno de trabajo). Instituto de Educación y Pedagogía, Universidad del Valle.
- Bartolini-Bussi, M. y Mariotti, M. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. En L. English, M. G. Bartolini-Bussi, G. Jones, R. Lesh y D. Tirosh (Eds.), *Handbook of international re-search in mathematics education* (2.a ed. revisada; pp. 746-783). Lawrence Erlbaum.
- Biñán, J. (2015). *La utilización del laboratorio virtual de matemática y su incidencia en el rendimiento académico de los alumnos del décimo año A, en los temas de funciones y gráfica de funciones, de la Unidad Educativa Intercultural Oswaldo Guayasamín* [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
- Borel, E. (2002). Les exercices pratiques de mathématiques dans l'enseignement secondaire [Ponencia]. *Gazette des Mathématiciens*, (93), 47-64.
- Castro, L. y Forero, C. (2019). *Razonamiento covariacional con tecnologías digitales, un camino hacia el cálculo*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/11412>

- García, A., Barroso, R., Gavilán, J. y Sánchez, Á. (2002). Laboratorio virtual de matemáticas. *Revista de Enseñanza Universitaria*, 19, 9-14.
- González, J. M. y Tovar, J. J. (2017). *Propuesta para promover la educación estadística crítica en estudiantes de secundaria a través de la cultura mediática*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/9454>
- Grueso, D. S. G., y Valencia, J. (2019). *Un acercamiento al desarrollo del pensamiento variacional desde la perspectiva del isomorfismo de medida: Una experiencia en el laboratorio de matemáticas* [Tesis de maestría, Universidad del Valle].
- Hernández, E. D. Ángel (2017). El laboratorio de matemáticas como estrategia de aprendizaje. *Divulgare. Boletín Científico de la Escuela Superior de Actopan*, 4(7). <https://doi.org/10.29057/esa.v4i7.2143>.
- Infante, J. C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(62), 917-937. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-6662014000300013&lng=es&tIng=es
- Jaimes, F. y Quiroga, S. (2020). *Tipos de recursos en GeoGebra y su incidencia en el desarrollo del pensamiento variacional*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/12389>
- Kahane, J. P. (2006). Cooperation and competition as a challenge in and beyond the classroom. ICMI Study n.o 16 Conference. <http://www.amt.canberra.edu.au/icmis16pkahane.pdf>
- Maschietto, M. y Trouche, L. (2010). Mathematics learning and tools from theoretical, historical and practical points of view: The productive notion of mathematics laboratories. *zdm—The International Journal on Mathematics Education*, 42(1), 33-41.
- Pabón, O., Gómez, D. y Sarmiento, E. (2008). El laboratorio de matemáticas. En C. J. Luque (Ed.), *Memorias XVIII Encuentro de Geometría y VI Encuentro de Aritmética* (pp. 189-201). Universidad Pedagógica Nacional.
- Rabardel, P. (1995). *Les Hommes et les Technologies, Approche Cognitive des Instruments Contemporains*. Série Psychologie.

Caracterización del sistema respiratorio del saltamontes payaso (*Paramastax sp*)¹

Characterization of the Respiratory System of the Clown Grasshopper (*Paramastax sp.*)

Nicanor Antola-Segovia² 

Cómo citar este artículo:

Antola-Segovia, N. (2024). Caracterización del sistema respiratorio del saltamontes payaso (*Paramastax sp.*). *Pre-impresos Estudiantes*, (26), 45-57.

Introducción

Los insectos son organismos invertebrados pertenecientes al grupo más diverso del reino animal. Con más de un millón de especies descritas, representan más de la mitad de todos los organismos conocidos en la Tierra. Su capacidad de adaptación les ha permitido desde tiempos remotos habitar prácticamente cualquier sitio del planeta, a excepción de los casquetes polares y de los volcanes en actividad (Lozano, 2005)

Dentro de la clasificación sistemática de la biología, los insectos se agrupan en el filo Arthropoda. Este filo es notable por incluir una diversidad de seres vivos que comparten cuerpos segmentados y apéndices articulados. Tal categorización subraya la estructura común que vincula a los insectos con otros artrópodos; sin embargo, se distinguen por su cuerpo dividido en tres regiones claramente diferenciadas: cabeza, tórax y abdomen. Además, poseen tres pares de patas articuladas en el tórax, para un

total de seis, lo que les confiere la capacidad de llevar una vida sumamente activa.

En tal sentido, los insectos son un grupo de organismos fascinantes, tanto por su anatomía como por su adaptabilidad y ciclo de vida, que los han convertido en objetos de estudio en diversas disciplinas científicas. Ante esto surge la interrogante: ¿Cómo pueden ser aprovechados en el contexto educativo? Dejando la mera admiración de estas cualidades o su uso como ejemplos prácticos para ilustrar conceptos de biología, los insectos se establecen como herramientas didácticas poderosas, en especial cuando se emplean estrategias adecuadas que permiten organizar y comprender sus cualidades desde una perspectiva científica, trascendiendo así la experiencia cotidiana que se tiene de ellos.

¹ Trabajo construido en el seminario La Comprensión de lo Vivo en el marco de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.

² Magíster en Docencia de Ciencias Naturales (UPN-Colombia, becario Becal-Paraguay). Máster en Gestión Ambiental (Unini-México) y Licenciado en Ciencias Ambientales (UNP-Paraguay). Docente de la Universidad Nacional de Pilar (UNP) y el Instituto de Formación Docente de General Díaz. nicant89@hotmail.com; nantolas@upn.edu.co.

Al respecto, Orozco *et al.* (2003) señalan que es necesario trascender la experiencia básica para llegar a la complejización de las relaciones, mediante un pensamiento en el que se tienen en cuenta la creciente complejidad del conocimiento contemporáneo y la relación dialéctica entre el sujeto y el objeto. Esta relación implica una interacción mutua en la cual el sujeto adquiere conocimiento del objeto, pero también es moldeado por este proceso, en el cual se enfatiza que el conocimiento no es estático, sino que se construye y se transforma continuamente, lo que lleva a una comprensión más profunda y sistémica de los fenómenos naturales. Además, se argumenta que, para avanzar en el conocimiento, es necesario superar las visiones simplistas y reconocer la complejidad y la interconexión inherentes a los fenómenos naturales.

Es por ello por lo que en la primera unidad del seminario La Comprensión de lo Vivo del tercer semestre de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales se parte de una problemática principal que es la de abordar el estudio de lo vivo y de las condiciones que han hecho de este un objeto de conocimiento. Por lo tanto, se explora como objeto de conocimiento “la respiración, de soplo vital a problema de conocimiento”.

En este sentido, Giordan *et al.* (1988) señalan que “la respiración es uno de los fenómenos de la vida que no parece plantear problemas” (p. 87), aludiendo a ella como una actividad tan natural y común que se vuelve algo inconsciente. Sin embargo, esta familiaridad ha oscurecido su complejidad y relevancia científica, pues al estar asociada directamente a la vida, si dejamos de respirar, morimos.

Antes, la respiración era vista simplemente como un signo de vida, esencial al punto que su fin implica la muerte y no se constituía como objeto de conocimiento. No obstante, la ciencia ha logrado trascender estas concepciones limitadas, gracias a la contribución de grandes pen-

sadores, como Descartes, Hipócrates, Harvey, Priestley y Lavoisier, entre otros. Al romper con estas limitaciones de la experiencia personal de respirar y permitir la comprensión científica que involucra este fenómeno, fue posible abordar la respiración como un problema de conocimiento científico. Sus contribuciones han sido fundamentales para desentrañar el conjunto de elementos que componen la respiración y evolucionar desde una comprensión empírica hacia una explicación científica.

De ahí surge la importancia de referirse a las contribuciones de estos pensadores, quienes lograron posicionar la respiración como un problema científico, histórico y epistemológico. Este enfoque trasciende la mera experiencia cotidiana de respirar, un acto que a menudo no estudiamos en profundidad y que damos por sentado. Gracias a sus aportes, la respiración se convierte en un objeto de estudio complejo y significativo, y se revelan dimensiones que van más allá de lo evidente y cotidiano.

Así también, Valencia *et al.* (s. f.) exponen en *La respiración: de soplo vital a problema de conocimiento* que Descartes en su preocupación por explicar la relación entre calor y vida considera la respiración como un “evento” plurifuncional en el que se ponen en juego ideas de transporte sanguíneo, refrigeración y calentamiento del cuerpo.

[...] si examinamos cómo se comunica ese calor a los otros miembros no es necesario acaso confesar que es por medio de la sangre que, al pasar por el corazón, se recalienta y se esparce desde allí por todo el cuerpo... También por esto se conoce que la verdadera utilidad de la respiración consiste en traer al pulmón el aire fresco para hacer que la sangre que viene de la concavidad derecha del corazón, donde ha sido enrarecida y como cambiada en vapores, se vuelva espesa y se convierta de nuevo en sangre antes de volver a caer en la concavidad izquierda, sin lo cual no podría servir de alimento al fuego que hay en dicha concavidad. (p. 6)

Valencia *et al.* (s. f.) destacan a otro pensador, Harvey, que, en su interés por comprender la circulación —que posteriormente liga con la respiración— enfrenta tradiciones y concepciones tan arraigadas, que formula su argumentación para convencer a sus colegas poniendo “su esperanza en el amor de la verdad y en la sinceridad de los espíritus doctos”. De esta manera, Harvey, con respeto crítico, se distancia de las aseveraciones de sus contemporáneos que no creían posible el tránsito cíclico de la sangre por el cuerpo llevando y trayendo sustancias que la agotaban o sutilizaban, al mencionar que

[...] en el movimiento de la sangre: todas las partes se nutren, se calientan y crecen por la sangre más cálida, perfecta, vaporosa, espirituosa, y por así decirlo, alimentativa; y por el contrario, en las partes sanas, la sangre se enfría, se coagula, se agota; por lo cual vuelve al principio, es decir, al corazón, como a la fuente o al hogar del cuerpo, para recuperar su perfección, allí con su calor natural, potente férvido, como un tesoro de vida, recupera su fluidez llenándose de espíritu y por así decirlo, de bálsamo, desde allí se distribuye de nuevo y todo esto gracias al movimiento y al pulso del corazón. (p. 7)

Décadas más tarde, esta visión orgánica y dinámica del cuerpo sería ampliada por los aportes de Antoine Lavoisier, conocido como el “padre de la química moderna”, y Pierre-Simon Laplace, quienes realizaron experimentos fundamentales que revolucionaron la comprensión de la respiración y la combustión. En 1783, ambos llevaron a cabo un experimento en el que demostraron que la respiración es un proceso similar a la combustión. Utilizando un calorímetro, midieron el calor producido por un animal y concluyeron que la respiración implica la oxidación de sustancias en el cuerpo, que liberan energía en forma de calor. Este trabajo fue crucial para refutar la teoría del flogisto, que postulaba la existencia de una sustancia invisible liberada durante la combustión (Lavoisier y Laplace, 1943).

Estos ejemplos de contribuciones históricas y epistemológicas llevan a que en el seminario “La Comprensión de lo Vivo se aborde la respiración de los insectos como un problema de conocimiento, en el que es necesario reflexionar sobre los aspectos que la involucran; tanto la estructura como las sustancias que intervienen en el proceso y los recorridos de estos en el interior del cuerpo del insecto.

Dentro de la enseñanza de las ciencias naturales es importante colocar a los estudiantes en escenarios donde confronten situaciones, a partir de las cuales se organiza la experiencia y se construye el conocimiento con base en sus propias interpretaciones. Esto facilita procesos dinámicos de deconstrucción, reconstrucción, construcción y estructuración de modelos, esquemas y formas de organizar la experiencia y el pensamiento, lo que a su vez posibilita la generación de nuevas y diversas maneras de construir realidades (Valencia *et al.*, s. f.).

Para ello, se realizaron primero actividades desencadenantes como la proyección de una película y una salida de campo, con el fin de delimitar el objeto de estudio y seleccionar un insecto para estudiar su sistema respiratorio. De las varias especies de insectos recolectadas, el saltamontes payaso del orden ortóptero (véase la descripción en el capítulo de resultados) capturó el interés del equipo de trabajo debido a su llamativo color.

En consecuencia, se formuló el problema ¿Cuáles son las características estructurales del sistema respiratorio del saltamontes payaso? Y se planteó como objetivo general “Caracterizar la estructura del sistema respiratorio del saltamontes payaso mediante el estudio bibliográfico y la construcción de un modelo físico, con el propósito de ampliar la experiencia básica y facilitar la comprensión del proceso respiratorio de los insectos”. Por medio de esta caracterización se pretende reorganizar e interpretar los hechos en torno al objeto de estudio, lo que facilitará una comprensión más profunda del fenómeno. Por

medio de un enfoque histórico-crítico y disciplinario, y de la integración de la teoría con la práctica experimental, se formulan maneras particulares de hablar y discutir un fenómeno natural. Además, se detalla la metodología empleada en esta investigación con el fin de que pueda ser replicada por otros docentes, y contribuir así a enriquecer la enseñanza de las ciencias naturales.

Materiales y métodos

Este estudio se lleva a cabo en el marco del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales-Becal Paraguay, ofrecido por la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. El seminario *La Comprensión de lo Vivo* tiene como propósito estudiar lo vivo y de las condiciones que han hecho de este un objeto de conocimiento. Se invita a los estudiantes a asumir un doble rol: como sujetos generadores de conocimiento y como objetos de estudio, dentro de un entorno de relaciones e incertidumbres. Este enfoque permite desafiar las percepciones superficiales, cuestionar las interpretaciones simplistas que consideran la vida como un fenómeno evidente y replantear la dinámica sujeto-objeto tradicionalmente aceptada en el paradigma positivista.

La metodología del trabajo adopta un enfoque cualitativo introspectivo, centrado en el análisis crítico de las fuentes teóricas existentes y en la reflexión profunda sobre las actividades teóricas y prácticas realizadas. Este enfoque favorece una comprensión holística y detallada del fenómeno estudiado, por medio de un proceso reflexivo, que no solo permite interpretar los datos existentes, sino también generar nuevos conocimientos y formas particulares de hablar sobre el fenómeno de la respiración. Para guiar este estudio, se desarrolla una ruta metodológica que incluye:

Delimitación precisa del objeto de estudio. Definir claramente el objeto, seleccionando un insecto para el estudio de su respiración.

Formulación de preguntas y objetivos. Plantear una interrogante específica y objetivos claros que orienten la investigación.

Revisión bibliográfica y documentación teórica. Realizar un análisis crítico de la literatura existente para fundamentar teóricamente el estudio y dar respuestas a las preguntas.

Actividades prácticas de laboratorio. Ampliar la experiencia básica mediante observaciones más directas de las estructuras del sistema respiratorio del insecto.

Construcción de un modelo artificial. Construir un artefacto que simule aspectos no observables de la respiración del insecto en la naturaleza, lo que ayuda a complementar y profundizar la comprensión del proceso.

Encuentros de socialización. Desarrollar sesiones de socialización en el aula, de manera que las sugerencias e inquietudes de los profesores y compañeros enriquezcan el proceso.

Resultados y discusiones

En esta sección del documento, se presentan las actividades realizadas conforme a la metodología descrita. Además, se exponen los análisis correspondientes y reflexiones sobre estos hallazgos. Este ejercicio no solo hace evidentes los resultados obtenidos, sino que también proporciona una interpretación crítica que enriquece la comprensión del fenómeno en estudio.

Delimitación del objeto de estudio

Para seleccionar el insecto por estudiar, se llevó a cabo una salida de campo con el propósito de explorar el mundo natural y maravillarse con la riqueza biológica presente en él, la cual a menudo ignoramos sin sentir la curiosidad de indagar más sobre ella. Esta actividad intencionada tuvo como objetivo despertar esa curiosidad y delimitar el objeto de estudio.

La actividad se realizó el 17 de mayo de 2024, en la laguna El Tabacal perteneciente al municipio de la Vega, en Cundinamarca (Colombia). Inicialmente, se presentaron las características geológicas, orográficas, climáticas, históricas y socioculturales de la región, así como la caracterización y distribución de la flora y fauna representativas. Posteriormente, se hizo un recorrido por la zona y se delimitó una transecta edáfica para la caracterización del suelo y la identificación de distintos insectos, con el fin de seleccionar uno para su estudio.

Figura 1. Saltamontes payaso *Paramastax* sp.



Nota. Fotografía propia (2024).

El insecto encontrado en el lugar y que llamó la atención por sus colores vivos fue el saltamontes payaso. Insecto del orden Orthoptera perteneciente a la familia *Paramastax* descrito por primera vez por Malcom Burr en 1899, es actualmente representado por 13 especies neotropicales (Varón, 2000, citado en Porras, 2011), siete de estas reportadas en Colombia (Carbonell *et al.*, 2007, citado en Porras, 2011).

Figura 2. Saltamontes payaso *Paramastax* sp.



Nota. Fotografía de S. Berrío (2017)

Los saltamontes payasos presentan una combinación ecléctica de colores amarillos, rojos, verdes y azules metálicos (véanse las figuras 1 y 2). Se encuentran dentro de los saltamontes de antenas cortas, pertenecientes al suborden *caelifera*, pues los “saltamontes de antenas largas”, que pueden tenerlas más largas que el cuerpo entero en muchos casos, pertenecen al suborden *ensifera*, que contiene a los verdaderos grillos (Porras, 2007).

En términos generales se encuentran distribuidos desde el nivel del mar hasta casi 3000 m de altitud, en sitios húmedos, más o menos abiertos, con vegetación variada (Descamps, 1971, citado en Porras, 2007).

Después de seleccionar el insecto para su estudio, se plantean la pregunta principal y los objetivos descritos en el capítulo de la introducción.

Revisión bibliográfica y documentación teórica

Los insectos, al igual que otros animales, son organismos aeróbicos; esto significa que su metabolismo depende del oxígeno para la respiración. Poseen un sistema respiratorio particularmente interesante: en lugar de pulmones o branquias, los insectos tienen un sistema traqueal que les permite un intercambio directo de gases con el ambiente, lo que facilita la llegada de oxígeno a los tejidos sin la intervención directa del sistema circulatorio. Esta característica ha sido crucial para su adaptación y éxito en diversos ambientes (Borrás *et al.*, 2016).

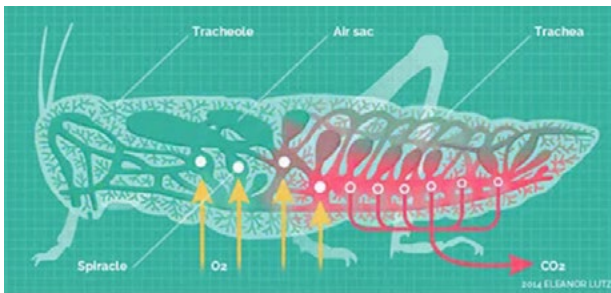
En esta sección del artículo se expone las características principales de las estructuras que integran el sistema respiratorio de los insectos, con especial énfasis en los saltamontes payasos, analizando elementos como los espiráculos, las tráqueas y las traqueolas. Además, se describen sus composiciones y las sustancias involucradas, así como los recorridos que siguen durante el intercambio gaseoso.

Espiráculos

Son estructuras esenciales del sistema traqueal del saltamontes payaso, ubicados en las placas laterales de su cuerpo. Este insecto posee dos pares en el tórax y ocho pares en el abdomen. Los primeros cuatro pares facilitan la entrada de aire rico en oxígeno, mientras que los restantes permiten la expulsión de aire producto de desecho.

Todos los espiráculos son funcionales, es decir, son holopnéuticos³, y disponen de un mecanismo de cierre y apertura mediante válvulas minúsculas controladas por el sistema nervioso central. Estas válvulas son reguladas por músculos situados en la superficie cuticular⁴ próxima a los espiráculos.

Figura 3. Esquema del sistema traqueal de un saltamontes



Nota. Las flechas amarillas indican la entrada del aire rico en oxígeno por los primeros cuatro pares de espiráculos; los restantes cumplen la función de expulsar el aire producto de desecho, especialmente el dióxido de carbono. Textos de la figura traducidos al español: Traqueola ("Traqueole"), Sacos de aire ("Air Sac"), Tráquea ("Trachea"), Espiráculo ("Spiracle"). Tomado de [Título del video] [Video], por [Autor o Usuario], [año], Facebook Watch (https://fb.watch/s_XhylqwaP/).

Los espiráculos cumplen una función imprescindible en la respiración de los saltamontes, pero también son un problema para ellos, ya que se trata de una estructura que conecta

3 Cuando existen diez pares de espiráculos funcionales: dos en el tórax y el resto en los primeros ocho segmentos abdominales (Lozano, 2005).

4 Composición quitinosa (polisacárido nitrogenado) de estructura parecida a la celulosa y la proteína (Lozano, 2005). La cutícula forma parte del esqueleto de los artrópodos y sirve de soporte para los músculos y otras estructuras como las alas, las glándulas, los pelos y el tracto digestivo. Además, proporciona protección mecánica, química y biológica a los tejidos vivos frente al entorno externo y ayuda a reducir la pérdida de agua (Soto *et al.*, 2011).

directamente las tráqueas con el medio externo, por lo tanto, pueden ser una vía para la pérdida de agua, lo que ocasiona la deshidratación del insecto. Además, los espiráculos abiertos pueden permitir la entrada de microorganismos, polvo y otros materiales perjudiciales, lo que representa un riesgo constante para su bienestar. Por esta razón, cuentan con mecanismo de cierre y apertura para minimizar estos riesgos, además cada espiráculo dispone de un atrio, una cámara engrosada situada entre los espiráculos y las tráqueas (figuras 4 y 5). Esta estructura sirve como un eficiente filtro, gracias a las setas que capturan polvo y partículas foráneas, protegiendo así el sistema respiratorio del insecto.

Figura 4. Espiráculos.



Nota. Vista en el cuerpo segmentado de un insecto desde un estereoscopio durante la práctica de laboratorio. Archivo particular del autor

Figura 5. Espiráculo cerrado de un insecto.



Nota. [Imagen de espiráculo cerrado]. Tomado de <https://acortar.link/GcKOIU>

Apertura y cierre de los espiráculos

Como ya se mencionó, los espiráculos tienen un mecanismo de cierre y apertura. En este apartado describiremos el funcionamiento de este sistema de cierre en el que las válvulas encierran el espiráculo por acción muscular.

Se organiza generalmente en dos tipos: uno en el que el movimiento de las valvas se regula por un único músculo (músculo de cierre) y otro en el que se regula por dos músculos (de apertura y de cierre). En los saltamontes, el mecanismo de cierre es unimuscular, es decir, cuentan con un solo músculo de cierre y no de apertura (Chapman, 1998, citado en Borrás *et al.*, 2016). Al contraerse, este músculo tira de las valvas, lo que provoca su estiramiento y, en consecuencia, el cierre del espiráculo. Para la apertura, basta con que se produzca la relajación del músculo de cierre, ya que la elasticidad de la cutícula permite que el espiráculo se abra.

Los espiráculos suelen permanecer cerrados, principalmente para evitar la pérdida de agua. Dependiendo de las condiciones en las que se encuentre el insecto, los espiráculos pueden abrirse, por ejemplo, durante la actividad física (saltar o volar) o cuando hay un déficit de oxígeno y una alta concentración de dióxido de carbono. En estos casos, los espiráculos se abren de manera coordinada y sincronizada: primero los cuatro pares frontales para la entrada del aire y luego los restantes para la expulsión del aire.

Respiración discontinua

Los espiráculos pasan la mayor parte del tiempo cerrados; solo se abren cuando el insecto lo requiere, presumiblemente para evitar pérdida de agua a través del sistema traqueal. Para ello, disponen de mecanismos que controlan la apertura y el cierre de los espiráculos en respuesta a las necesidades del organismo.

A este mecanismo se le suma la respiración discontinua, también conocida como ciclo discontinuo de ventilación o ciclo de intercambio

de gases discontinuo (Nation, 2008, citado en Borrás *et al.*, 2016). La respiración discontinua consiste en el intercambio de gases entre el sistema traqueal y el exterior en intervalos de tiempo muy pequeños en los que se abren los espiráculos. Normalmente, según Nation (2008), la respiración discontinua consta de tres etapas: apertura, aleteo (*flutter*) y cierre.

Durante el periodo de cierre, todos los espiráculos se mantienen cerrados. A medida que se consume el oxígeno y se produce dióxido de carbono, este último se disuelve en la hemolinfa como bicarbonato (Borrás *et al.*, 2016). El descenso de la concentración de oxígeno en el sistema traqueal es captado por receptores asociados a motoneuronas, que llevan la información al sistema nervioso central, provocando la apertura de los espiráculos (Chapman, 1998, citado en Borrás *et al.*, 2016). Cuando los espiráculos se abren, entra aire rico en oxígeno al sistema traqueal y se expulsa el aire con dióxido de carbono, un producto de desecho.

Por último, tenemos el periodo de aleteo o *flutter*, que consiste en que las valvas de los espiráculos se abren ligeramente y se vuelven a cerrar rápidamente. Esto permite una ligera entrada de oxígeno al sistema traqueal, mientras que la salida de dióxido de carbono es mínima. La concentración de oxígeno en el sistema traqueal aumenta de nuevo y, acto seguido, los espiráculos se cierran (Chapman, 1998, citado en Borrás *et al.*, 2016).

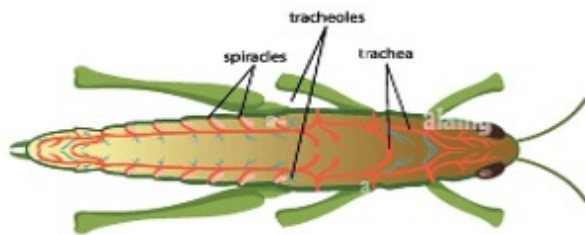
Tráqueas

Las tráqueas son un conjunto de conductos ramificados que conectan los espiráculos con las traqueolas, extendiéndose paralelamente a lo largo del cuerpo del insecto. Están revestidas por una capa única de células epiteliales planas y una cutícula que es extensión del exoesqueleto. Esta estructura confiere a las tráqueas una notable elasticidad, lo que les permite soportar variaciones de presión de hasta un 20-30 % de

su longitud (Muller, 1995, citado en Borrás *et al.*, 2016).

Las tráqueas se unen horizontalmente (figura 6) con las provenientes de otros espiráculos, con lo que conforman una auténtica red de conductos. A menudo, diversos autores distinguen entre tráqueas primarias y tráqueas secundarias. Las primarias serían aquellas que conectan directamente con los espiráculos y las secundarias constituirían las ramificaciones de las tráqueas primarias (Borrás *et al.*, 2016).

Figura 6. Distribución de las tráqueas en el interior del insecto.



Nota. Traducción de términos: espiráculos ("Spiracles"), traqueolas ("Tracheoles"), tráquea ("Trachea"). Tomado de <https://acortar.link/hcMU6l>.

Figura 7. Tráqueas de un insecto vistas desde un microscopio, donde se observan la formación espiralada de los tenidios



Nota. Fotografía tomada por el autor durante la práctica de laboratorio.

Las tráqueas (figura 7) están compuestas por una única capa de células epiteliales planas revestidas por cutícula. Esta cutícula es una extensión de la que forma el exoesqueleto del organismo, por lo que está constituida por una

endocutícula y una epicutícula. Cabe destacar que, al igual que la cutícula externa del organismo, la de las tráqueas también se reemplazan por una nueva durante la ecdisis (Klowden, 2002, citado en Borrás *et al.*, 2016).

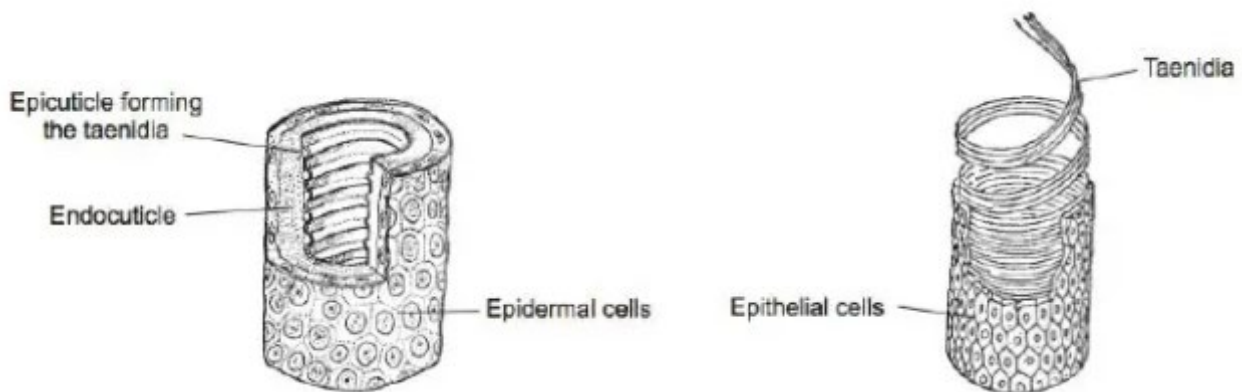
Además de estar compuestas por cutícula, las tráqueas cuentan con formaciones especializadas que confieren estabilidad a las tráqueas ante los cambios de presión producidos por los flujos de aire que circulan en ella llamadas *tenidios*. Estas son estructuras espiraladas de la cutícula esclerotizada, cuya función es reforzar y mantener la forma de las tráqueas (figura 8), además de permitir elasticidad en el sistema (Lozano, 2005).

Las traqueolas

Las tráqueas terminan en diminutas ramificaciones de forma arborescente que entran en contacto directo con la superficie de las células. Conforme las tráqueas disminuyen su diámetro y este es menor a 1 μm , dejamos de referirnos a ellas como tráqueas y comenzamos a hablar de traqueolas (Nation, 2011, citado en Borrás *et al.*, 2016). Estas subdivisiones tienen un diámetro tan pequeño que se vuelven capilares microscópicos. Carecen de pared cuticular, son muy delgadas y permeables a los gases, lo que permite el intercambio de estos con las células a las que están unidas.

Las traqueolas son diminutos capilares intercelulares que están en contacto directo con la superficie de las células. Su membrana plasmática puede hundirse, pero nunca atravesarla, lo que crea puntos ciegos. Este hundimiento asegura que las mitocondrias, donde se produce la respiración celular, puedan recibir oxígeno mediante difusión tisular de manera eficiente. La distancia entre las mitocondrias y las traqueolas es de aproximadamente 4 a 8 μm (Klowden, 2002, citada en Borrás *et al.*, 2016).

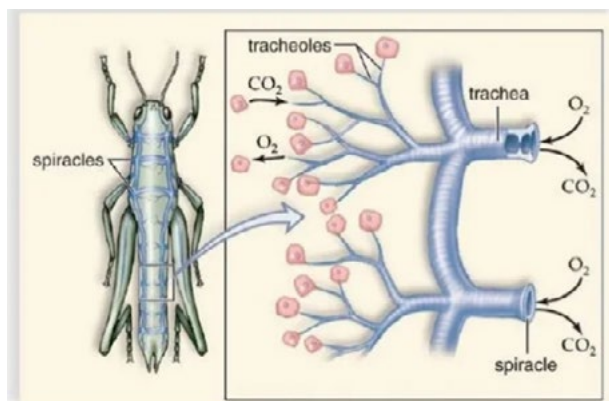
Figura 8. Representación modélica de un fragmento de tráquea (izquierda) y de un tenidio (derecha).



Nota. En la representación del fragmento traqueal pueden apreciarse las células epiteliales que rodean la tráquea ("Epidermal cells"), la endocutícula traqueal ("Endocuticle") y la epicutícula ("Epicuticle forming the taenidia"), en la que se distinguen los tenidios ("Taenidia"). Tomado de Klowden (2002), como se cita en Borrás (2016).

En la figura 9 se observa la representación de las traqueolas y parte de las tráqueas, que disminuyen en diámetro hasta convertirse en diminutos capilares. A través de estos conductos se produce el intercambio gaseoso: las células aprovechan el oxígeno y eliminan el dióxido de carbono, que es un producto de desecho perjudicial para el organismo si permanece en él. Se presume que en las traqueolas se encuentra el líquido intersticial, el cual es permeable y permite el intercambio de gases.

Figura 9. Representación de las traqueolas y el intercambio de gases



Nota. Tomado de "El sistema respiratorio de los insectos", por E. López, 2023, diciembre 9, El blog de los insectos. <https://acortar.link/dCLQOU>

El intercambio gaseoso depende principalmente del peso molecular de las partículas que lo conforman, del gradiente de concentración, de la distancia y de la permeabilidad del medio en el que se realiza. Aunque los primeros parámetros no varían significativamente entre la difusión por el sistema traqueal y la difusión tisular, los dos últimos sí lo hacen. El medio en el que tiene lugar la difusión traqueal es aéreo, mientras que el de la difusión tisular es acuoso. Esto marca una gran diferencia entre ambos procesos, ya que, debido a sus constantes de permeabilidad, el oxígeno difunde hasta cien mil veces más rápido en el aire que en medios acuosos. Por ello, aunque la trayectoria que debe recorrer el aire en las tráqueas es mucho mayor que la que hay desde las traqueolas hasta el interior celular, la difusión se da, por lo general, más rápido en el primero (Borrás *et al.*, 2016).

Las diferentes revisiones bibliográficas y el análisis exhaustivo de las mismas constituyen un aspecto fundamental para sustentar este trabajo. No solo para responder inquietudes, sino también para enriquecer enormemente las comprensiones de las estructuras que conforman el sistema respiratorio de los insectos, en especial del saltamonte payaso. Gracias a estas

revisiones, se profundiza en aspectos clave como la anatomía y fisiología de las tráqueas y traqueolas, así como en los mecanismos de intercambio gaseoso y regulación de los espiráculos. Este conocimiento detallado permite apreciar la complejidad y eficiencia del sistema respiratorio de estos insectos.

Actividades prácticas de laboratorio

Fotografía 10. Observación de tráqueas bajo el microscopio durante la actividad de laboratorio.



Nota. Fotografía tomada por el autor durante la práctica de laboratorio.

La práctica de laboratorio es un espacio crucial para acercarnos y tener un contacto más directo con las estructuras del sistema respiratorio del insecto. Utilizando el estereoscopio y el microscopio binocular, se observan los espiráculos y las estructuras de las tráqueas, donde se hace evidente la formación de los tenidios en forma espiralada. Además, se observa la red de conductos de tráqueas que se distribuyen en el interior del insecto, así como la disposición de las traqueolas (figura 10).

Además de la salida de campo, la documentación teórica y la artificialización, la práctica de laboratorio brinda otra perspectiva del insecto, de manera más directa y cercana a la realidad.

Es por ello por lo que el estudio teórico sobre la respiración de los insectos permite profundizar en los mecanismos y procesos que estos

organismos utilizan para intercambiar gases con su entorno. La revisión de diversas literaturas científicas ayuda a comprender cómo los insectos emplean un sistema de tráqueas y espiráculos para llevar aire y aprovechar el oxígeno directamente en sus tejidos, un proceso que difiere significativamente de la respiración pulmonar en los vertebrados.

Sin embargo, la combinación de esta base teórica con las observaciones prácticas en el laboratorio realmente consolidó mi entendimiento. Al observar directamente bajo el microscopio los espiráculos y las tráqueas de los insectos, pude conectar la acción con los conceptos que había estudiado. Esta experiencia práctica no solo refuerza el conocimiento teórico, sino que también permite apreciar la complejidad y eficiencia del sistema respiratorio de los insectos.

Pasar por estos escenarios de estudio teórico y observación práctica tiene importantes implicancias para la enseñanza de las ciencias naturales. En primer lugar, demuestra la importancia de integrar diferentes métodos de aprendizaje para lograr una comprensión más profunda y significativa. Además, al involucrarse en actividades prácticas, se fomenta el desarrollo de habilidades críticas como la observación, el análisis y la interpretación de datos. Estas habilidades son esenciales no solo para el estudio de las ciencias naturales, sino también para la formación de ciudadanos informados y capaces de tomar decisiones basadas en evidencia.

Construcción de un modelo artificial

El artefacto se construye con materiales como una botella plástica, pitillos, cartulina y alambre (figura 11). Este modelo prácticamente representa la forma del insecto con un corte transversal dorsal para observar la estructura y distribución de los espiráculos, las tráqueas y las traqueolas. La misma ha cumplido con su función, que es la de servir como una estrategia para explicar las características más

representativas del sistema respiratorio de los saltamontes payasos y de esa manera ampliar la comprensión del objeto de conocimiento.

Figura 11. Artificialización del sistema respiratorio del saltamontes payaso



Nota. Archivo particular del autor

Dado que no se puede observar este fenómeno directamente en la naturaleza, los modelos de artificialización cobran una importancia vital. En este sentido Orozco *et al.* (2003) expresan que la artificialización del mundo natural transforma los fenómenos en objetos de estudio y espacios de posibilidades para la acción constructiva del pensamiento. Destacan que, el sujeto no solo observa pasivamente, sino que también interviene activamente, proponiendo modelos, diseñando experimentos, simulando situaciones, acuñando conceptos, anticipando eventos, elaborando generalizaciones y definiendo criterios metodológicos.

Cuando el sujeto artificializa el mundo natural, imponiendo condiciones y formulando preguntas para obtener mayor información, se distancia de la experiencia básica. En esta instancia, el sujeto se provee de elementos para la construcción de objetos de conocimiento y define estrategias para establecer variables, construir relaciones y derivar principios en su tránsito hacia la comprensión sistemática de

los fenómenos. El fenómeno deja de estar en el plano de la seguridad de los saberes sancionados y empieza a ser definido como objeto de estudio y como espacio de posibilidades para la acción constructiva del pensamiento (Valencia, s. f.).

En este sentido, la artificialización enriquece las explicaciones y el entendimiento del fenómeno en estudio, lo que permite una comprensión más profunda. En el contexto pedagógico, esta práctica tiene un impacto significativo. Al utilizar modelos artificiales, los estudiantes pueden visualizar y manipular representaciones de fenómenos complejos, lo que facilita el aprendizaje activo y la construcción de conocimiento. Este enfoque no solo busca retener la información, sino que va más allá, al promover el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

Además, la artificialización es especialmente aplicable en la enseñanza de las ciencias naturales, ya que permite experimentar con variables y observar resultados en un entorno controlado, algo que sería imposible en la naturaleza. Esto no solo amplía la comprensión teórica, sino que también proporciona una experiencia práctica valiosa, que contribuye a un aprendizaje más dinámico y significativo.

Conclusión

El estudio de la respiración como un problema de conocimiento ha enriquecido ampliamente mi comprensión sobre el tema. Más allá de ser un simple proceso mecánico, la respiración abarca un conjunto de relaciones complejas que requieren un enfoque científico riguroso. Al abordar la respiración desde una perspectiva fenomenológica, he logrado conectar las relaciones entre estructura, sustancias y recorridos dentro del sistema respiratorio del saltamontes payaso, estableciendo bases conceptuales y formas de hablar sobre este fenómeno vital. Las actividades realizadas durante este estudio amplían mis experiencias previas y permiten

entender mejor la respiración por medio de descripciones, representaciones e interpretaciones detalladas.

Cabe destacar que esta manera de proceder sobre un objeto de conocimiento es de gran importancia en la formación docente. Al profundizar en temas específicos como la respiración de los insectos, los futuros docentes adquieren un conocimiento más sólido y detallado que pueden transmitir a sus estudiantes. Además, este enfoque fomenta el desarrollo de habilidades pedagógicas, como la capacidad de diseñar actividades prácticas y experimentales que enriquezcan el aprendizaje. Así, la formación se ve fortalecida al integrar estudios teóricos y prácticos, que preparan a los educadores para enfrentar los desafíos de la enseñanza de las ciencias naturales con mayor competencia y confianza.

La construcción de conocimiento en el aula a partir de estos hallazgos es un proceso dinámico y enriquecedor. Al interactuar con modelos artificiales y realizar observaciones directas, se promueve el desarrollo de una comprensión más profunda y significativa de los fenómenos naturales, construyendo el conocimiento mediante la confrontación del problema en diversos escenarios. Al involucrar a los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento, se fomenta un aprendizaje más autónomo y reflexivo, esencial para su desarrollo académico y personal.

Por último, considero que este tipo de estudio aporta significativamente a la enseñanza de las ciencias naturales. Proporcionando un modelo práctico y accesible para explicar conceptos complejos de manera clara y visual, recurriendo a la artificialización de los fenómenos para facilitar la comprensión de procesos que no pueden ser observados directamente en la naturaleza. Esto, además de enriquecer el contenido curricular, motiva a los estudiantes al hacer el aprendizaje más interactivo y relevante.

Referencias

- Borrás, G., Regueira, M. y Rouco, V. (2016). *Respiración en insectos*. Universidad de Vigo. https://www.researchgate.net/publication/301547273_Respiracion_en_insectos
- Giordan, A., Raichvarg, D., Drouin, J.-M., Gagliardi, R. y Canay, A. M. (1988). *Conceptos de biología tomo 1: La respiración. Los microbios. El ecosistema. La neurona*. (P. Mayoral Martínez y M. Crespo Veigas, Trads.). Editorial Labor.
- Lavoisier, A. L. y De Laplace, P. S. (1943). Memoria sobre el calor. *Chemia*, 13(90-91). Obra original publicada en 1864. http://hdl.handle.net/20.500.12110/chemia_v13_n090y091
- Lozano, J. D. (2005). *Entomología, morfología y fisiología de los insectos* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira]. <https://bfrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/0c9e1349-2296-4b82-b18c-477ed7d72bde/content>
- Nation, J. L. (2008). *Insect physiology and biochemistry*. CRC Press/Taylor & Francis. https://archive.org/details/insectphysiology0000nati_2ed
- Orozco, J., Valencia, S., Méndez, O., Jiménez, G. y Garzón, P. (2003). *Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/15605>
- Porras, M. F. (2007). Del carnaval al estereoscopio: Zeromastax (Orthoptera: Eumastacidae), un nuevo género de saltamontes payaso. *Revista Colombiana de Entomología*, 33(1), 70-73. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882007000100012&lng=en&lng=es
- Porras, M. F. (2011). Una vibrante y luminosa combinación de colores: nuevas especies de saltamontes payaso *Paramastax* (Orthoptera:

Eumastacidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1), 140-144. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882011000100025&lng=en&tlng=es

Soto, A. G., Moreira, M. D. y Pallini, A. (2011). Análisis de la composición química de la cutícula de *Tetranychus evansi* Backer & Pritchard y de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 15(2), 171-190. <http://>

www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682011000200013&lng=en&tlng=es

Valencia, S., Méndez, O. y Jiménez, J. (s. f.). *La respiración: De soplo vital a problema de conocimiento* [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional- Becal Paraguay].

Varón, A. (2000). *Saltamontes Eumastácidos* (Insecta: Orthoptera: Caelifera: Eumastacidae) de Colombia. *Biota Colombiana*, 1(3) 261-266.

El enigma de Eta Carinae: El destino cósmico de una gigante estelar

The Enigma of Eta Carinae: The Cosmic Fate of a Massive Star

Jessica Julieth Restrepo-Guarín¹ 
Johan Sebastián Rincón-Daza² 

Cómo citar este artículo:

Restrepo-Guarín, J.J. y Rincón-Daza, J.S. (2024). El enigma de Eta Carinae: El destino cósmico de una gigante estelar. *Pre-Impresos Estudiantes*, (26), 58-66.

Introducción

El presente trabajo se centra en el estudio de la estrella Eta Carinae, una de las más grandes, luminosas y peculiares de nuestra galaxia, la Vía Láctea. La elección de este tema se debe a la fascinación que despierta esta estrella en la comunidad científica y en la sociedad en general, debido a su inestabilidad, sus espectaculares erupciones estelares y su posible destino como supernova.

El objetivo principal de este trabajo es profundizar en la comprensión de la evolución estelar de Eta Carinae, desde su nacimiento y formación en una densa nebulosa hasta su posible destino final como supernova o hipernova. Se busca ofrecer una visión panorámica de los procesos físicos extremos que tienen lugar en estrellas de alta masa como Eta Carinae, así como explorar las implicaciones de su evolución para nuestra comprensión de la astrofísica.

En este sentido, el trabajo aborda aspectos clave de la evolución estelar de Eta Carinae, desde su nacimiento como una protoestrella

en una densa nebulosa de formación estelar, pasando por su fase de secuencia principal como una estrella masiva y luminosa, hasta su eventual transformación en una supergigante roja y su posible desenlace como supernova o hipernova.

Además, se discuten los últimos hallazgos y observaciones relacionados con Eta Carinae, incluida su naturaleza como estrella binaria y las implicaciones de su inestabilidad para su posible evolución futura.

La saga de Eta Carinae: estallidos estelares y misterios cósmicos

Eta Carinae (abreviada como η Carinae o η Car) es una estrella que tiene una masa estimada de 150 veces la masa del Sol, lo que la convierte en una de las más grandes, luminosas y únicas de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Ubicada en la constelación de Carina, con una edad aproximada de tres millones de años (una estrella joven) y a una distancia de 7500 años luz (2,300 parsecs)³

1 Licenciada en Física por la Universidad Pedagógica Nacional. jrestrepog@upn.edu.co.

2 Licenciado en Física por la Universidad Pedagógica Nacional. jsrincond@upn.edu.co.

3 Los pársecs son una unidad de distancia ampliamente utilizada en astronomía para medir distancias a escala cósmica. Su nombre proviene de la contracción en inglés de *parallax of one arcsecond* (paralaje de un segundo de arco). Matemáticamente, un pársec se define como la distancia a la que una unidad astronómica (UA) subtendería un ángulo de un segundo de arco (1"). La unidad astronómica representa la distancia promedio entre la Tierra y el Sol.

de nuestro sistema solar, Eta Carinae se ha convertido en una de las estrellas más estudiadas por los astrónomos de las diferentes épocas, debido a su peculiaridad e inestabilidad. Es un cuerpo celeste binario compuesto por dos masivas y luminosas estrellas y se encuentra en el grupo de las variables luminosas azules hipermasivas, caracterizadas por ser las estrellas más brillantes y con más masa conocidas.

Figura 1. Nebulosa Carina



Nota. Tomado de "Pillars of Creation" [Imagen], por NASA, ESA y Hubble Heritage Team, 1995, Space Telescope Science Institute.

Los primeros registros consistentes de Eta Carinae fueron los realizados por Edmond Halley en 1677 desde la isla de Santa Elena. En esta serie de observaciones, el brillo emitido por la estrella resultó ser inconsistente, una tendencia que se mantuvo a lo largo del tiempo. Para 1730, su luminosidad había aumentado hasta alcanzar la magnitud 2, solo para disminuir nuevamente en 1782 a su estado anterior. Este patrón se repitió en 1801, cuando volvió a aumentar su luminosidad, y en 1811, cuando la perdió de nuevo (Ribas, s. f.).

En los siguientes años, se continuaron observando nuevos aumentos de luminosidad en Eta Carinae, destacándose los ocurridos en 1827 y 1832, con picos de magnitud aproximados de 2,2 y 1,5 respectivamente. Sin embargo, estos aumentos no eran constantes y siempre volvían

a disminuir, manteniendo la tendencia. Estas nuevas observaciones fueron realizadas por John Herschel.

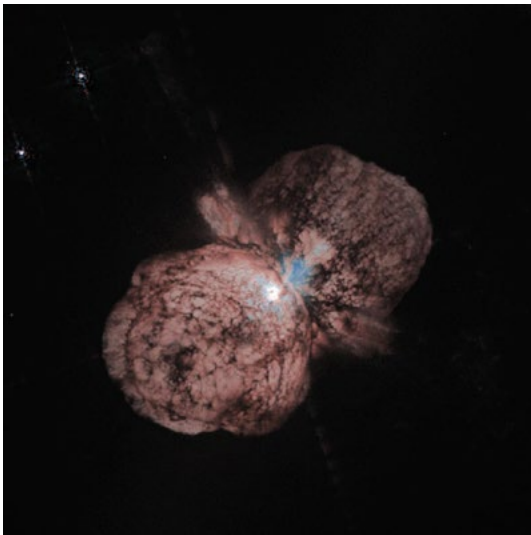
El astrónomo continuó con sus observaciones, y en 1837 fue testigo de un nuevo aumento. Este suceso se destacó por romper con las tendencias observadas antes, ya que se caracterizó por un aumento continuo en la luminosidad, que alcanzó su máximo pico en 1843. "En abril de 1843 llegó a ser la segunda estrella más brillante del cielo nocturno, apenas superada por Sirio" (Ribas, s. f.).

Herschel no era consciente de lo que había sucedido en la estrella, pero se dispuso a dibujar y a describir lo que observaba todas las noches en el transcurso de esos años. En estas ilustraciones se da cuenta de una complicada estructura nebular que se encuentra iluminada por una explosión reciente de Eta Carinae. La explosión que se postula como explicación para estos aumentos continuos en la luminosidad de Eta Carinae y que se plasma en las ilustraciones de Herschel tardó en llegar. El pico máximo se registró en 1843, pero su brillo pronto comenzó a declinar, marcando el inicio de una nueva tendencia a la baja. Aunque hubo algunos repuntes intermitentes, para finales del siglo XIX, Eta Carinae no era más que un punto de luz muy tenue (Ribas, s. f.), que no resultó ser único, ya que estaba acompañado de una serie de cuerpos estelares, un acontecimiento poco común. Este fenómeno intrigó tanto a astrónomos aficionados como a profesionales de inicios del siglo XX.

Enrique Gaviola, con base en sus observaciones en 1950, confirma la existencia y el origen de estos cuerpos. En 1843, Eta Carinae experimentó una monumental explosión, lo que justifica los incrementos significativos en su luminosidad en esa época y la génesis de los cuerpos celestes que la acompañan. Estos últimos se disponen de manera singular, adoptando una configuración en forma de infinito alrededor de la estrella (figura 2). Esta disposición, según

el astrónomo, tendrá la forma de un diminuto hombre, un homúnculo (Paolantonio, 2022). Desde ese momento los cuerpos celestes o la nebulosa que encierra a Eta Carinae se conoce como *Nebulosa del Homúnculo*. Esta, a su vez, se encontrará en el interior de la nebulosa Carina.

Figura 2. - Eta Carinae y nebulosa del Homúnculo



Nota. Tomado de "Homunculus Nebula around Eta Carinae" [Imagen], por NASA, ESA y Space Telescope Science Institute, (s. f.), Hubble Space Telescope.

Para datar la explosión, Gaviola usó un espectroscopio con el cual midió la velocidad de expansión del homúnculo. Los dos lóbulos que se están expandiendo, como se ve en la figura 2, se alejan del centro a una velocidad aproximada de 600 km/s. Basándose en las mediciones realizadas, se ha deducido que, en 1843, todo el material que estaba siendo dispersado se encontraba en el centro de la estrella (Abramson, 2014).

Como se ha mencionado a lo largo de esta primera parte, Eta Carinae es una estrella extremadamente inestable que experimenta cambios constantes. La variabilidad en su luminosidad, considerada una característica atrayente y determinante, es el resultado de diversos procesos que ocurren tanto en su interior como en su exterior. Entre estos procesos se incluyen cambios en su masa y la expulsión de material

hacia la nebulosa circundante. Estos fenómenos particulares ofrecen una oportunidad única para investigar la evolución estelar.

Tabla 1. Características de la estrella

Constelación	Carina
Clasificación estelar	Hipergigante
Masa solar	100-120 M
Radio	(80-180 R)
Luminosidad	5×10^6 (bolometric) L
Temperatura superficial	36-40.000°K
Variabilidad	Variable luminosa azul
Edad	~3 000 000 años
Sistema	Binario
Nebulosa Circundante	Nebulosa del Homúnculo

Nota. Elaboración propia.

Evolución estelar y Eta Carinae: los misterios de una gigante celestial y su inminente transformación revelados

Es crucial destacar la evolución de la estrella Eta Carinae debido a numerosas razones de interés científico. Desde tiempos inmemoriales, la observación del cielo ha fascinado a la humanidad (Solano *et al.*, 2004), y con el avance tecnológico, hemos profundizado nuestro conocimiento más allá de simplemente reconocer estrellas y constelaciones. Ahora podemos estudiar la evolución temporal de estas entidades celestes, como Eta Carinae, una estrella masiva y extremadamente luminosa. Este gigante estelar actúa como un laboratorio natural para investigar los procesos físicos extremos que tienen lugar en estrellas de alta masa, lo que nos brinda una mejor comprensión de su funcionamiento y desarrollo a lo largo del tiempo.

Además, el posible destino de Eta Carinae como supernova plantea implicaciones significativas para la vida en la Tierra y para nuestra

comprensión de la astrofísica. Aunque las probabilidades de que una supernova cercana afecte considerablemente a nuestro planeta son bajas, comprender estos fenómenos nos permite estar preparados para entender y, quizás, mitigar cualquier impacto potencial en nuestro sistema de comunicación. Es por ello por lo que iniciamos este estudio de la evolución de Eta Carinae, una estrella que no solo podría tener un final espectacular e inevitable, sino que también, debido a su prominencia en nuestra bóveda celeste, podría ser predecible para futuros eventos próximos e inesperados.

El resplandor cósmico: surgimiento y evolución de Eta Carinae

El nacimiento de Eta Carinae se considera un evento cósmico de gran magnitud que tuvo lugar en una densa y activa nebulosa de formación estelar en la Vía Láctea, específicamente en la constelación de Quilla, hace alrededor de dos a tres millones de años. Aunque el proceso exacto de formación de una estrella tan masiva como Eta Carinae no está completamente definido, se sugiere que pudo haberse originado en el seno de una nebulosa compuesta principalmente de gas de hidrógeno, que se aglutinó debido a la atracción gravitatoria (Observatorio Astronómico Nacional de España, s. f.). Este hidrógeno se fue acumulando a lo largo de millones de años mientras la nube giraba, y junto con otras partículas presentes en la nebulosa, se fusionaron debido a la fuerza gravitatoria, formando una masa cada vez más densa que intentaba contrarrestar esta fuerza, lo que generó una intensa turbulencia en este cuerpo celeste en formación y desencadenó su contracción.

“La NASA detalla que las colisiones que ocurren entre los átomos de hidrógeno comienzan a calentar el gas de la nube y es hasta que alcanza los 15 millones de grados Celsius cuando comienza la fusión nuclear” (Forbes, 2023).

Según el Observatorio Astronómico Nacional de España (s. f.) durante esta etapa inicial de

formación estelar se experimentó un incremento significativo en la densidad y temperatura dentro de la estrella en desarrollo. Las reacciones nucleares generan una presión desde el núcleo estelar hacia el exterior, la cual fue contrarrestada por la acción de la gravedad, lo que impidió que la estrella en formación colapsara sobre sí misma.

La estrella en proceso de formación continuó siendo alimentada por discos de gas circundantes, como podemos apreciar en la figura 6. El estar en una nebulosa con tantos gases para consumir le permitió a la estrella bebé alcanzar un mayor tamaño y una acumulación de masa extremadamente grande. A este tipo de estrella bebé se le denomina *protoestrella* y eventualmente se convirtió en nuestro gigante estelar, Eta Carinae (Valenzuela, 2023).

Durante esta fase, la protoestrella siguió contrayéndose y atrayendo material de la nebulosa circundante, durante algunos años, lo que resulta en un incremento gradual de la temperatura y la presión en su núcleo. Este proceso culmina eventualmente en la fusión nuclear del hidrógeno en helio, lo que libera una enorme cantidad de energía en forma de radiación electromagnética. Fue así como la protoestrella, inicialmente en su etapa de “estrella bebé” (o protoestrella), inició su fase juvenil como una estrella de la secuencia principal (Valenzuela, 2023).

El espectáculo cósmico de una gigante en su secuencia principal

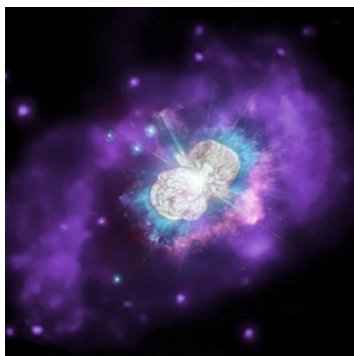
Después de su formación, Eta Carinae ingresó en la fase de secuencia principal, donde la fusión nuclear de hidrógeno impulsó su brillo extremo. Esta energía liberada por la fusión nuclear equilibró la fuerza gravitatoria que intentaba colapsar la estrella, manteniéndola estable en un estado de equilibrio dinámico. Para estrellas extremadamente masivas como Eta Carinae, la duración de esta etapa es mucho más corta en comparación con estrellas menos masivas, como nuestro Sol. Como menciona Valenzuela “cuanta más masa tiene una estrella,

más combustible tiene para alimentar su 'motor' y brilla más, pero vive menos tiempo" (2023, p. 2). Se estima que Eta Carinae permaneció en la secuencia principal durante aproximadamente tres a cuatro millones de años.

Cuando una estrella masiva y de temperatura tan alta como Eta Carinae está en la secuencia principal, por lo general tiene un color azul y es altamente propensa a violentas eyecciones de materia (Damineli, 2000). Eta Carinae, en su etapa evolutiva actual, exhibe una inestabilidad atribuida a su extrema luminosidad. Su temperatura superficial, que oscila entre 30 000 y 40 000°K, contribuye a esta condición. En el diagrama de clasificación estelar conocido como Hertzsprung-Russell se ubica en una región marcada por el límite de Eddington⁴. Esta posición específica corresponde a la parte superior izquierda del diagrama (Medina Botero, 2023).

En esta fase de la vida estelar es cuando surgen las famosas y espectaculares erupciones estelares, entre las que destaca la última, registrada en 1843, que fue observada desde la Tierra y que se conoce como "la gran erupción": "Se ha especulado que esta erupción pudo haber sido causada por la caída sobre la estrella primaria de otra estrella menor hoy desaparecida" (Bachiller, 2016, p. 3).

Figura 3. Eta Carinae y su Nebulosa Homúnculo



Nota. Tomado de "Artist's impression of Eta Carinae and the Homunculus Nebula" [Ilustración científica], por NASA, ESA y Space Telescope Science Institute, (s. f.).

⁴ El límite de Eddington es un límite natural de la luminosidad normal de las estrellas. Este explica las elevadas tasas de pérdida de masa observadas en los estallidos de η Carinae entre 1840 y 1860.

Aunque aún no se comprende plenamente su origen, las teorías actuales proponen que estas erupciones pudieron ser resultado de la acumulación de material debido a la intensa luminosidad de la estrella (Damineli, 2000). Además, se dice que dicha explosión expulsó hasta cuarenta veces la masa de nuestro Sol, lo que dio vida a una enorme nube que hoy se conoce como la Nebulosa Homúnculo. A mediados de la década de 1960, la Nebulosa Homúnculo creció hasta que su gran nube de polvo terminó por ocultar a Eta Carinae.

Sin embargo, como todo proceso vital, el destino de Eta Carinae se halla sujeto al cambio. Una nueva etapa emerge cuando su principal fuente de combustible comienza a menguar, lo que impacta directamente en las fuerzas nucleares internas. Estas, a su vez, empiezan a debilitarse, y la fuerza gravitatoria inicia su ascenso, lo que afecta el equilibrio estelar (Damineli, 2000). Así, damos paso a la etapa actual de la vida estelar, un momento crítico que precede a su inevitable desenlace, la fase final antes de su apoteósica muerte.

Gigante roja o supergigante

Después de millones de años fusionando hidrógeno en su núcleo como una estrella supermasiva en la secuencia principal, Eta Carinae está preparada para una transformación radical en su evolución estelar. Con el agotamiento de su suministro de hidrógeno, la estrella experimenta un proceso de contracción y su temperatura aumenta, lo que facilita la aparición de nuevas reacciones nucleares. Estas reacciones tienen lugar en las capas exteriores de la estrella, que rodean al núcleo agotado y en contracción (Valenzuela, 2023).

Como resultado, estas capas externas se expanden, lo que lleva a un incremento en el tamaño total de la estrella. Este aumento de volumen es el responsable del cambio de color. Dado que Eta Carinae es una estrella masiva, se observa un mayor enfriamiento en sus capas

externas, lo que determina el color que emite. La temperatura superficial de Eta Carinae se sitúa en un rango aproximado de 3000°K, lo que corresponde a un color rojo característico y es aquí donde se adentra en la fase de supergigante roja (Valenzuela, 2023).

Aunque las supergigantes rojas son estrellas extremadamente masivas, su vida en esta fase es relativamente breve en términos astronómicos, ya que se limita a unos pocos millones de años.

Normalmente, las estrellas supermasivas y rojas se aproximan inexorablemente a un final estelar inevitable, en el que, según Valenzuela (2023) liberan en apenas unos pocos segundos una cantidad de energía equivalente a la que nuestro Sol ha emitido y emitirá en toda su existencia... ¿Estás preparado para conocer el posible destino final de Eta Carinae?

Cadáver estelar de Eta Carinae

Después de atravesar la fase de supergigante roja, Eta Carinae se encontrará en un momento crucial de su evolución estelar. Mientras Eta Carinae avanza en su viaje hacia el final de su vida, los astrónomos están atentos a cualquier indicio de su destino final: una explosión de supernova o hipernova que podría ocurrir en unos tres millones de años desde su formación (en contraste, se estima que nuestro Sol tiene una vida proyectada de unos doce mil millones de años, de los cuales ya han transcurrido unos cuatro mil seiscientos millones). Esta fase explosiva representa uno de los eventos más dramáticos y cataclismos en el ciclo de vida de una estrella, y Eta Carinae, como una supergigante masiva e inestable, es una candidata prometedora para experimentar este evento (Morell, s. f.).

De hecho, en los últimos años, Eta Carinae ha mostrado signos de inestabilidad significativa,

incluyendo variaciones erráticas en su brillo y comportamiento. Estos signos sugieren que la estrella está acercándose al final de su vida y podría estar en camino hacia una explosión de supernova en un futuro cercano en términos astronómicos (Morell, s. f.)

Figura 4. Gran nebulosa de Carinae



Nota. Tomado de "Carina Nebula (NGC 3372)" [Imagen], por NASA, ESA y Space Telescope Science Institute, (s. f.), Hubble Space Telescope.

Observaciones recientes indican que Eta Carinae es una estrella binaria, con dos estrellas que orbitan en un periodo de aproximadamente 5,54 años. "Durante mucho tiempo se discutió la posibilidad de que Eta Carinae fuera un sistema binario. No fue hasta el año 2001 cuando se reunieron suficientes pruebas como para que queden pocas dudas al respecto" (Morell, s. f., p. 4). Además, gracias a la obtención de datos sobre su órbita se logró determinar que la estrella que la acompaña, sin duda, debe ser extraordinariamente masiva, alrededor de cien veces la masa del Sol; esto explicaría por qué hay menos polvo alrededor de la estrella, ya que esta estaría aumentando su luminosidad y creando los cambios en su estructura que se han observado desde la Tierra. Normalmente, cuando tenemos un sistema binario ocurre una transferencia de masa, lo que permitiría que Eta Carinae aumentara gracias a la absorción de la

segunda estrella, lo cual favorecería su colapso como super nova, y esto nos daría la idea de que ese posiblemente sea su final,

La estrella más masiva, en nuestro caso, Eta Carinae evoluciona primero para convertirse en una gigante roja y luego en una enana blanca. Posteriormente, la enana blanca comienza a atraer material de su compañera, la cual a su vez evoluciona para convertirse en una gigante roja. Eventualmente, Eta Carinae, como enana blanca, adquiere tanta masa que supera el límite de Chandrasekhar⁵ y se convierte en una supernova tipo Ia. (LibreText, s. f.; Calcaferro, 2020).

Debido a su proximidad a la Tierra a unos 7500 años luz (una distancia relativamente cercana en términos astronómicos), un evento de este tipo sería uno de los acontecimientos astronómicos más significativos de todos los tiempos. Durante esta explosión la estrella devolverá al medio interestelar grandes cantidades de material previamente procesado en su interior. Según Morell (s. f.) este material abundante de compuestos químicos podría propiciar la formación de nuevas estrellas, poniendo así en marcha un nuevo episodio de formación estelar en el material adyacente.

Figura 5. El telescopio Webb de la nasa revela los precipicios cósmicos y paisajes resplandecientes de nacimiento estelar



Nota. Tomado del Telescopio Espacial James Webb, por NASA, ESA, CSA y Space Telescope Science Institute (STScI), 2022.

⁵ Es un concepto importante en astrofísica que establece la masa máxima que puede tener una estrella enana blanca sin colapsar bajo su propia gravedad para formar una estrella de neutrones o un agujero negro. Este límite es de aproximadamente 1.4 veces la masa del Sol.

Alrededor de estas nuevas estrellas podrían formarse planetas, y quién sabe, tal vez en alguno de ellos ocurra esa cadena de eventos inestables que denominamos vida, un fenómeno tan misterioso como las propias estrellas. ¿Podría la muerte de Eta Carinae marcar el inicio de la vida en otros rincones del universo?

Eta Carinae: ¿la próxima supernova explosiva o una interesante falsa alarma cósmica?

Es verdad que la evolución final de Eta Carinae hacia una supernova no está asegurada y estará determinada por varios factores, entre ellos su masa final. Eta Carinae, una estrella supermasiva, tiene una mayor probabilidad de colapsar en una supernova debido a la intensa presión gravitatoria en su núcleo. Este riesgo se incrementa al considerar su posible interacción en un sistema binario, como se explicó (Morell, s. f.).

No obstante, se contemplan otros escenarios alternativos. Por ejemplo, algunas supergigantes rojas podrían sufrir explosiones menos catastróficas, como estallidos de supernova o eventos de supernova fallidos, en los cuales la estrella expulsa parte de su masa sin experimentar un colapso completo del núcleo. En algunos casos, esto podría incluso resultar en la formación temprana de un agujero negro “prontamente” (Fronteras del Conocimiento, 2024).

En este último caso, resulta muy complicado precisar el significado de “prontamente”, en términos astronómicos. Sin embargo, parece plausible que el lapso necesario para la explosión de la supernova sea considerablemente inferior a un millón de años. Cuando llegue ese momento, dada su proximidad, la supernova originada por Eta Carinae se transformará en un fenómeno espectacular visible desde la Tierra. Además, los efectos de su radiación sobre

nuestro planeta y el sistema solar podrían ser muy serios (Bachiller, 2016).

Dicho esto, Eta Carinae ha mostrado signos de inestabilidad significativa en el pasado, incluidas intensas variaciones en su brillo y comportamiento errático, lo que sugiere que podría estar en camino hacia una evolución explosiva como supernova. Sin embargo, hasta que suceda, los astrónomos continuarán observándola y estudiándola para comprender mejor su destino final.

Conclusiones

- Eta Carinae es una estrella única y fascinante en nuestra galaxia, la Vía Láctea, debido a su extrema masa, luminosidad y posibles desenlaces estelares como supernova o hipernova. Su inestabilidad y espectaculares erupciones estelares la convierten en un objeto de estudio crucial para comprender la evolución estelar y los fenómenos astrofísicos extremos.
- El estudio de la evolución estelar de Eta Carinae no solo nos permite comprender los procesos físicos en estrellas de alta masa, sino que también nos brinda información valiosa sobre la formación y evolución estelar en general. Esta investigación contribuye significativamente al conocimiento científico y a nuestra comprensión del universo.
- La posible explosión de Eta Carinae como supernova o hipernova plantea implicaciones significativas para la astrofísica y nuestra comprensión del cosmos. Aunque las probabilidades de que una supernova cercana afecte a la Tierra son bajas, comprender estos fenómenos nos prepara para entender y mitigar posibles impactos en el futuro.

Referencias

Abramson, G. (2014, 8 de noviembre). *En el cielo las estrellas. Una visión personal del universo y de la astronomía*. Eta de Carina. [https://](https://guillermoabramson.blogspot.com/2014/11/eta-de-carina.html)

guillermoabramson.blogspot.com/2014/11/eta-de-carina.html

Bachiller, R. (2016, 14 de octubre). Una estrella con pasado y futuros explosivos. *El Mundo*. <https://www.elmundo.es/ciencia/2016/10/14/57fbb198468aebf63a8b45e9.html>

Calcaferro, L. M. (2020). *Evolución y astrosismología de enanas blancas de masa extremadamente baja* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/110765>

Solano Chaves, F. J., Díaz Bolaños, R., y Fernández Arce, M. (2007). Los fenómenos celestes en Costa Rica: aerolitos, bólidos y lluvias de estrellas (1799-1910). *Revista Geológica de América Central*, (36), 97–114. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45437343006>

Damineli, A. (2000). La naturaleza de la estrella Eta Carinae. *Ciencia al Día Internacional*, 3(1). Artículo 4 Física

Fedaro (Fernando da Rosa) y Roland, S. (2014, 26 de mayo). *Nebulosa de Eta Carinae o NGC 3372* [Fotografía]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nebulosa_de_Eta_Carinae_o_NGC_3372.jpg

Forbes Staff. (2023, 13 de agosto). ¿Cómo nacen y mueren las estrellas? *Forbes México*. <https://forbes.com.mx/forbes-life/tecnologia-como-nacen-y-mueren-las-estrellas/>

Fronteras del Conocimiento. (2024, 8 de febrero). *Eta Carinae: La gran erupción de una estrella masiva* [Video]. Facebook. <https://www.facebook.com/watch/?v=1537381793724421>

HubbleSite. (1996). *The Doomed Star Eta Carinae* [Imagen astronómica con descripción]. <https://hubblesite.org/contents/media/images/1996/23/430-Image.html?news=true>

Medina Botero, M. A. (2023). Diagramas Hertzsprung-Russell de cúmulos estelares en la Vía Láctea a partir de Gaia Data Release 3 [Trabajo de grado]. Repositorio Institucional

- Universidad de los Andes. <https://hdl.handle.net/1992/69088>
- Morell, N. (s. f.). Misteriosa Eta Carinae. ¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM. <https://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/86/misteriosa-eta-carinae>
- NASA. (2022, 12 de julio). *El telescopio Webb de la NASA revela los precipicios cósmicos y paisajes resplandecientes de nacimiento estelar* [Imagen]. Ciencia de la NASA. <https://ciencia.nasa.gov/universo/webb-de-la-nasa-revela-precipicios-cosmicos-y-paisajes-resplandecientes-de-nacimiento-estelar/>
- NASA. (2020, 3 de septiembre). *Eta Carinae* [Imagen]. NASA. <https://www.nasa.gov/image-article/eta-carinae/>
- NASA. (2019, 2 de mayo). *Carina Nebula's 'Mystic Mountain'* [Fotografía]. NASA. <https://www.nasa.gov/image-article/carina-nebulas-mystic-mountain/>
- NASA. (1996, 10 de septiembre). *The Doomed Star Eta Carinae* [Fotografía]. HubbleSite. <https://hubblesite.org/contents/media/images/1996/23/430-Image.html?news=true>
- Observatorio Astronómico Nacional de España. (s.f.). *Formación de estrellas*. Astronomía. <https://astronomia.ign.es/oan/formacion-de-estrellas>
- OpenStax. (s. f.). *23.5: La evolución de los sistemas binarios estelares*. En *Astronomía*. LibreTexts en español. [https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Fisica/Astronomia_y_Cosmologia/Libro%3A_Astronom%C3%ADa_\(OpenStax\)/23%3A_La_muerte_de_las_estrellas/23.05%3A_La_evoluci%C3%B3n_de_los_sistemas_binarios_estelares](https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Fisica/Astronomia_y_Cosmologia/Libro%3A_Astronom%C3%ADa_(OpenStax)/23%3A_La_muerte_de_las_estrellas/23.05%3A_La_evoluci%C3%B3n_de_los_sistemas_binarios_estelares)
- Paolantonio, S. (2022). El homúnculo de Eta Carinae: Identificación de las placas originales en el 80 aniversario de la Estación Astrofísica de Bosque Alegre. *Historia de la Astronomía*. <https://historiadelaastronomia.wordpress.com/wp-content/uploads/2022/06/hetacarii-1.pdf>
- Ribas, S. (s. f.). *La fiesta del monstruo: Eta Carinae*. Tayabeixo. https://www.tayabeixo.org/articulos/eta_carinae.htm
- Valenzuela, A. (2023, 28 de abril). ¿Cómo nacen las estrellas? ¿Cuándo morirá nuestro Sol? RTVE. <https://www.rtve.es/television/20230428/como-nacen-estrellas-ciencia/834580.shtml>



Separata

Desarrollar el pensamiento científico: un legado para la educación en ciencias

In Memoriam

Entrevista con el profesor Royman Pérez Miranda: cinco décadas de reflexión sobre la enseñanza de las ciencias

Royman Pérez Miranda fue profesor emérito del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional y dedicó más de cinco décadas a la formación de profesores de ciencias. Se formó como maestro superior de la Escuela Normal Superior del Litoral Atlántico para Varones (designación de la época) en Barranquilla, y obtuvo, posteriormente, las licenciaturas en Biología y Química por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, y en Agrología, por la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Incursionó en la Computación para la Docencia, cuando apenas comenzaban a popularizarse los algoritmos en la década de los ochenta, experiencia que le permitió contrastar su forma de pensar y trabajar en el aula. Su vinculación con la universidad se inició desde el Instituto Pedagógico Nacional, orientando la práctica pedagógica y didáctica de los estudiantes del Departamento de Química. A lo largo de su trayectoria, aportó de manera decisiva a la consolidación de propuestas para la enseñanza de la química y la formación de profesores de ciencias.

Con el propósito de preservar su voz y su pensamiento, compartimos a continuación la entrevista que nos concedió en el segundo semestre de 2025. Este diálogo recoge sus reflexiones sobre la formación de profesores, la enseñanza de la química y el papel transformador de la educación científica.

Entrevista realizada por Juan Carlos Bustos Gómez, editor *Pre-Impresos Estudiantes*

Editor: *Profesor Royman, muchas gracias por concedernos este espacio. Es un verdadero privilegio dialogar con usted. Para empezar, quisiera preguntarle ¿cuál considera que es la idea central que ha guiado su trabajo en la Universidad Pedagógica Nacional (UPN)?*

Profesor Royman Pérez Miranda (RPM): El placer es mío. Si tuviera que resumir la idea que ha marcado mi trayectoria desde mi vinculación con la universidad, diría que es la convicción de que la escuela no puede ser solo un ente conservador de la cultura. Nuestro objetivo fundamental ha sido siempre dinamizar la sociedad y la formación

docente, transitando de modelos que simplemente repetían contenidos a una visión constructivista que exige la producción de nuevo conocimiento y la transformación de la enseñanza, buscando el desarrollo del pensamiento científico de los estudiantes.

Editor: *¿Qué ha cambiado en la concepción sobre enseñar química desde que usted comenzó hasta hoy?*

RPM: Ha habido un cambio significativo en la concepción fundamental de la formación de profesores, particularmente en lo que respecta a química y la formación de nuevas generaciones en este campo. Antes de los

años sesenta, la formación se concentraba en una perspectiva humanística y la enseñanza se basaba en un ejercicio de formación cultural de contenidos curriculares. En los años setenta, la concepción cambió hacia un enfoque conductista, centrado en el estímulo-respuesta y fundamentado en el principio de causalidad de la física.

Los años ochenta marcaron un quiebre interesante, impulsados por la reforma universitaria del Decreto 080 de 1980. Participamos activamente en el movimiento que procuró transformar la enseñanza y formación en ciencias en las universidades, pasando de un enfoque conductista a una visión de corte constructivista. El constructivismo, desarrollado en Estados Unidos y replicado en Europa, surgió desde el ámbito de la ciencia misma y no desde los ámbitos humanísticos. Propuestas de universidades como Cornell en Estados Unidos, y otras en España e Inglaterra, buscaron comprender el aprendizaje de las ciencias.

En nuestro grupo, IREC, tras discutir estas perspectivas, elaboramos un documento que plasmó nuestra misión intelectual, profesional y laboral en la universidad. Este documento planteaba preguntas aún vigentes: ¿Cómo formar a los profesores para que formen a sus estudiantes, en el contexto actual? Estas preguntas con fuerte sesgo pedagógico enfatizaban en la escuela y la formación ciudadana. Muchas permanecen sin resolver desde la pedagogía, lo que nos orientó hacia la didáctica. Precisamente, en este marco, el movimiento más relevante para la formación en ciencias emerge de su núcleo disciplinar, pues demanda un pensamiento especializado diferenciado del generalista. La cuestión central, entonces, es definir qué caracteriza una formación científica en términos de educación en ciencias, y cómo esta impacta la formación docente en todos los niveles educativos.

Editor: *Mencionó al Grupo IREC. ¿Podría explicar qué significa esta sigla, cómo surgió y de qué manera motivó su línea de trabajo?*

RPM: En los años setenta y ochenta, en la universidad no era usual la creación de grupos de investigación de la manera en que lo hacemos hoy. Sin embargo, aprovechamos el movimiento surgido desde el Icfes y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el fomento de la investigación. Tuvimos la oportunidad de plantear inquietudes sobre cómo investigar la formación del profesor, la enseñanza y la pedagogía de las ciencias. Incluso escribimos una propuesta no publicada sobre una “pedagogía sin aprendizaje y una didáctica no algorítmica”, que recogía todas nuestras inquietudes de la época.

A principios de los años noventa, centrados en la conceptualización de las ciencias y su enseñanza, y con la participación de algunos de nuestros estudiantes de maestría, decidimos formalizar nuestro trabajo y crear el *Grupo de Investigación, Representaciones y Conceptos Científicos (Grupo IREC)*.

Editor: *Ha mencionado la didáctica no algorítmica. ¿Podría explicar esa idea?*

RPM: Una de las discusiones centrales en el Grupo IREC, incluso durante nuestros almuerzos de trabajo, giraba en torno una pregunta recurrente: “¿Por qué nuestros estudiantes no aprenden lo que pretendemos enseñarles?”, por ejemplo, “¿Por qué no aprenden química o física?”. Con el tiempo, nos dimos cuenta de que había una falacia subyacente: los jóvenes sí aprendían, pero nuestra *pregunta* se centraba solo en lo que *nosotros* esperábamos enseñar.

Una de nuestras primeras conclusiones, tras revisar la literatura académica de la época, fue que el modelo conductista —transmisionista y repetitivo— resultaba ineficaz. Este enfoque asumía una relación lineal causa-efecto: buena enseñanza garantiza buen aprendizaje; sin embargo, demostra-

mos que tal premisa era falsa, ya que los estudiantes no aprendían significativamente lo que pretendíamos enseñarles con esa metodología.

Un algoritmo es una expresión tecnológica, fundamento del desarrollo de la computación, que se basa en instrucciones programadas. Esto significa que, dadas ciertas condiciones, hay una acción esperada. Si bien el paradigma conductista —crear estímulos para generar respuestas específicas— demostró ser eficaz en la modificación de conductas observables, resultaba insuficiente para desarrollar la intelectualidad. Lo intelectual nace dentro y se proyecta afuera; un acto de voluntad consciente. Por lo tanto, no se trata solo de las condiciones externas, sino de dar motivos para desarrollar y creer que se pueden hacer cosas, no como una respuesta a estímulos impuestos, sino transformando esos estímulos en la propia pretensión de formación. Esta es la base del constructivismo.

Editor: *¿Cómo relaciona la biología, la química, la agrología, las tecnologías y la pedagogía? ¿Cómo logra integrar estos saberes aparentemente tan diversos en su propuesta educativa?*

RPM: El aula es un sistema complejo. Como tal, exige múltiples lecturas de una misma situación. Mi formación en biología, química, tecnología, geología y agrología me ha permitido combinar y crear un discurso que ofrece respuestas múltiples a problemas únicos. Por ejemplo, un fenómeno como “¿Por qué no aprenden?” en el aula, tiene que ver con el cerebro, la situación social del estudiante y la naturaleza misma del conocimiento. La física, la química o la biología son distintas, por lo tanto, los caminos y las propuestas de enseñanza han de ser diferentes, apoyadas en las circunstancias en que vive el estudiante.

Esta formación me ha permitido desarrollar una perspectiva que los profesores podrían

adoptar, para proponer soluciones a los problemas del aula. No se trata solo de gestionar los problemas que surgen, sino de problematizar la situación. Por ejemplo, en lugar de comenzar directamente con la asignatura y los contenidos, sería necesario indagar cuál es el interés de los estudiantes por asistir a la clase y, si no lo identifican, ayudarles a descubrirlo desde nuestra propuesta. El objetivo es dar sentido y razón a su permanencia en el aula, despertando motivos para que sigan auscultando y estructurando el modo en que se aprende. Lo más complejo es plantearles cómo podrían aprenderlo, intentando “adentrarse en la mente de los estudiantes”.

Editor: *¿No sería un poco contradictorio lo que plantea al principio, de que no necesariamente aprenden como nosotros esperamos, con la idea de guiarlos a aprender de otras formas? ¿Cómo concilia esto?*

RPM: No es contradictorio: los jóvenes aprenden, y nuestro propósito es que se apropien de lo que les enseñamos. Ellos tienen su propia forma de aprender, pero también tienen la posibilidad de hacerlo de otras maneras, y esa es precisamente la orientación que nosotros, como profesores, podemos ofrecerles: otras formas de aprendizaje, otras posibilidades, especialmente en el ámbito de la formación en ciencias.

En la formación de profesores de ciencias debe propiciarse la construcción de un discurso pedagógico, nutrido de fuentes diversas. Esto complejiza el discurso y lo vuelve híbrido, pero a la vez autónomo; lo que permite desarrollar propuestas atrevidas con proyección a futuro, no ancladas en el pasado.

Editor: *¿Cómo adecúa esta propuesta al contexto contemporáneo, considerando su trayectoria de cinco décadas de ejercicio docente?*

RPM: El mundo y el aula de ciencias cambian constantemente. Existe un desfase entre el

desarrollo de la sociedad y el desarrollo de la escuela. Nuestra propuesta, que fue un desafío en IREC, es que el mundo funciona como nosotros proponemos que funcione. Esta idea, tomada de las ciencias, afirma que las grandes propuestas científicas han transformado la sociedad. Los atrevimientos de Einstein, Newton y las innovaciones tecnológicas, como la creación de los computadores, han modelado el comportamiento social.

La transformación social se impulsa desde la propuesta y el conocimiento científico, no a la inversa. Históricamente, la escuela se concebía para satisfacer demandas sociales. Hoy seguimos proponiendo transformar la sociedad. No basta con que la escuela responda a demandas sociales, hay que generar nuevas necesidades en la sociedad desde la universidad y la formación de profesores. Y esto empieza desde la escuela y el jardín de infantes, no solo en la universidad.

Editor: *En su experiencia y trayectoria, ¿cuál es la principal dificultad que enfrentan los futuros maestros al enseñar Ciencias Naturales en el aula en una sociedad cambiante? ¿De qué manera se está intentando responder a esas demandas desde la universidad y su propuesta?*

RPM: Este ha sido un reto permanente para la universidad. La universidad, como institución, tiene como función fundamental la producción de nuevos conocimientos, de modelos que puedan transformar las relaciones sociales. Así como los programas tecnológicos y los avances científicos han transformado la sociedad, en educación podríamos hacer lo mismo. El sistema educativo debe ser dinámico, transformándose permanentemente gracias a sus propias investigaciones en el campo, desde la universidad, desde el ejercicio mismo de la profesión docente.

Los retos que asumen los nuevos profesores incluyen proponer modelos motivadores

para transformar la sociedad. Por ejemplo, el uso de las TIC y el cambio del aula física a lo virtual demandan retos intelectuales y nuevas formas de pensar y sentir la relación con personas que quizás no se conocerán físicamente. Muchos rechazan esto porque es difícil cambiar las concepciones arraigadas. Sin embargo, somos inteligentes y podemos transformar esas concepciones, y ese es el reto para los nuevos profesores de ciencias: formar científicamente al niño a través de la comunicación.

Editor: *En este cambio de paradigmas y transformación de prácticas, ¿cómo ha pensado usted la dificultad que supone el distanciamiento espacial y temporal en la relación pedagógica mediada por tecnologías digitales?*

RPM: Es un punto de partida y de quiebre entre una forma de leer el mundo físico y un mundo que es físico, pero de otra dimensión. La propuesta aquí es trabajar el concepto de aula. Tradicionalmente, nos remitimos al espacio físico: pupitres, tablero y el profesor en un salón de clases. Pero ese concepto físico se transforma profundamente al transitar hacia una configuración abstracta donde estudiantes, contenido y profesor conforman una trama compleja de interacciones complejas.

La relación entre los estudiantes y el contenido, o entre el profesor y el estudiante, cambia cuando se da a través del ciberespacio. Las tecnologías de la comunicación desafían al profesor a recrear en el ámbito digital lo que tradicionalmente se construía en lo físico. Baste pensar en relaciones sociales e incluso matrimoniales que se establecen primero en el ciberespacio antes de pasar al plano de lo presencial, lo que demuestra que es posible. El verdadero reto radica en hacer que el aula virtual trascienda el ciberespacio y se materialice física o cognitivamente, en la experiencia del profesor y el estudiante.

Esto es especialmente crucial en disciplinas de las ciencias naturales como la física, [la] química y [la] biología, donde se requiere la manipulación experimental y la formación de hábitos de trabajo científico que exigen contrastación empírica en el laboratorio. ¿Cómo es posible hacer ese trabajo con orientación a distancia? Hay una nueva versión de aula, pero su esencia no cambia (triada contenido, estudiante, docente). La teoría del caos puede ayudar aquí: los estudiantes pueden esforzarse mucho y no lograr nada si el profesor no tiene una estructuración de pensamiento para este medio. El desafío consiste en proponer a los estudiantes acciones mínimas que generen resultados significativos. Y si además tienen la oportunidad de contrastar esos resultados físicamente, sería ideal.

Editor: *¿Cómo cambia el rol del maestro y la formación de maestros en un contexto en el que el sistema escolar ya no tiene el monopolio de la información, sino que está dispersa y disponible en abundancia en la red?*

RPM: Cambia el objeto de trabajo, no la relación fundamental. Lo que se busca en el aula es la formación científica, la transformación de la información. Esta es solo el pretexto; lo nuevo es la forma de trabajar con ella. La función del profesor ya no consiste en dar la información. Hoy en día, la información pasa a un segundo plano. La pregunta central es: ¿Qué hacemos con la información que se tiene? Esta es la función de fondo del profesor: el trabajo de formación científica no es solo dar respuestas, sino plantear situaciones para que los estudiantes las resuelvan buscando y transformando su propia información.

El objeto de trabajo en el aula de ciencias es la formación científica de los estudiantes, el desarrollo del pensamiento que hoy llaman pensamiento crítico y que yo identifico con el pensamiento científico mismo, pues este es por su naturaleza crítico. Su rasgo defi-

nitorio: toda afirmación conlleva grados de incertidumbre.

El temor de que las máquinas reemplacen a los maestros no es nuevo. Ya en los años cincuenta, con la creación de las "máquinas de aprender" de Skinner, surgió la misma preocupación. Hoy en día, con la electrónica y la IA, el miedo podría ser diez veces mayor. Sin embargo, dudo que las máquinas puedan reemplazarnos. La ficción de máquinas destruyendo humanos es eso, ficción, pues estas operan sobre lo que ya hemos producido. Nuestra ventaja radical reside en la capacidad de inventar modos inéditos de transformación acelerada. Justamente ahí, en la creación de nuevas ideas, debe centrarse la formación en ciencias en el aula.

Editor: *Como integrante del Grupo de Investigación, Representaciones y Conceptos Científicos (IREC), ¿qué hallazgos considera más significativos para transformar la enseñanza de la ciencia en el país?*

RPM: Con modestia, creo que nuestras publicaciones han contribuido a difundir una concepción de aula distinta a la predominante en la enseñanza de las ciencias del siglo XIX. Hoy en día, dentro de las nuevas generaciones de profesores, se habla de constructivismo, lo cual es un cambio significativo. Aunque el conductismo está siendo recuperado desde enfoques como el conexionismo para modelar procesos cerebrales de aprendizaje, el conocimiento plantea un gran desafío por su naturaleza dinámica y transformación permanente. De ahí, la necesidad de prepararnos para habitar en un mundo no estático, en flujo constante.

Una falla estructural de la universidad ha sido considerar que la formación de profesionales era estática, replicando concepciones del siglo XIX que aún hoy persisten en algunas escuelas. La ciencia del siglo XXI ha cambiado radicalmente sus modos de producción de conocimiento; desde la recolección hasta el

procesamiento de datos. Paradójicamente, lo que antes considerábamos como “no algorítmico”, hoy se encuentra bajo el dominio de lo algorítmico. La inteligencia artificial —un algoritmo con gran capacidad de desarrollo y velocidad de procesamiento— podría contribuir a dinamizar esa formación si apropiamos críticamente su potencial.

El problema del funcionamiento del cerebro es uno de los temas interesantes que hay que trabajar en la formación de profesores. Por ejemplo, a través de algoritmos y animaciones, es posible transformar la versión plana de las moléculas a una versión tridimensional. En la enseñanza de la química, las interacciones entre átomos que dan origen a las moléculas suelen representarse en un plano (bidimensional), pero su naturaleza tridimensional real genera una brecha cognitiva para los estudiantes. La animación de imágenes crea la sensación de ver un objeto que se mueve y se pliega, facilitando la comprensión de la complejidad de la estereoquímica, es decir, la química espacial. Esto es fundamental para entender la dinámica y producción efectiva de vacunas o medicamentos, lo que tiene un impacto social directo.

Editor: *¿Esto implica tener la tecnología y la inteligencia artificial como aliados, no como enemigos?*

RPM: Sí, quizás esto tiene que ver con la necesidad de ser consecuentes con esta realidad y hacer que el sistema educativo esté al día con los cambios sociales, tecnológicos y científicos de la época. Uno de los grandes desafíos para transformar la escuela es que fue gestada en el siglo XIX bajo ciertas condiciones sociales y, en general, sigue siendo similar, mientras el mundo ha cambiado de forma notable.

Editor: *¿Cómo entiende usted la relación entre ciencia y sociedad en la formación de maestros de ciencias, y qué papel desempeñan los contextos sociales, ambientales y económicos en la enseñanza de las ciencias?*

RPM: Este es un problema pedagógico relacionado con la función de la escuela en la sociedad. La escuela se crea para el desarrollo de la sociedad, para reflejar lo que se quiere que perdure y la conservación de la cultura social. Sin embargo, la dinámica actual nos lleva a pensar que la función de la escuela no puede ser la de conservar la cultura y formar ciudadanos, sino que puede contribuir a dinamizar la sociedad. Como mencionamos antes, se trata de proponer nuevas formas de leer las pautas de comportamiento de los estudiantes en sus contextos familiar y social.

Uno de los programas interesantes, cuyo potencial no se ha utilizado al máximo, es el de la relación *CTS* (*ciencia, tecnología, sociedad*). La ciencia progresa impulsada por la tecnología, y la tecnología se nutre de los avances científicos. La sociedad no es ajena a esta interdependencia, gracias a los efectos de la tecnología y las ciencias en el tejido social. una trilogía que requiere ser abordada desde la escuela, para contribuir a dinamizar la sociedad en esa relación. Esto implica que los avances y apoyos de la sociedad a la escuela, a través de la administración pública, deben ofrecerles a los estudiantes la posibilidad de experimentar en el espacio escolar lo que se puede proyectar en la sociedad.

Esta relación no solo ha de ser de apoyo físico y económico, sino de una mentalidad de comunidad escolar, donde los profesores tienen un papel fundamental. La formación de profesores incluiría el estudio del desarrollo esta dinámica para proponer nuevas acciones en la escuela. Un ejemplo concreto se observa en el municipio de La Calera, en donde una egresada de nuestra institución lidera un programa de ciencias basado en relaciones ciencia-tecnología-sociedad (*CTS*), integrando aplicaciones de inteligencia artificial. Esto demuestra que es posible, pero debería ser generalizado.

Las facultades de educación, y no solo las facultades politécnicas, podrían prestar mucha más atención a este tipo de formación para las nuevas generaciones de profesionales, incluyendo la relación ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA).

Editor: *¿Existe alguna otra teoría o escuela de pensamiento que ayude a pensar esta relación escuela-sociedad-formación de maestros?*

RPM: existen esfuerzos por crear teorías al respecto. Esto es fundamental, porque la teoría ofrece principios para diseñar procesos de desarrollo. Por ejemplo, los estudiantes nacen en una sociedad ya organizada, este principio implica que hay una relación necesaria entre los adultos y las nuevas generaciones. Si asumimos que dicha relación es de intercambio, este fundamento teórico descarta prácticas como la imposición coercitiva, y nos orienta hacia el principio constructivista de negociación de significados. Se trata de mostrar el valor práctico —el rédito— de ciertos conocimientos, invitando a los estudiantes a asumirlos desde una perspectiva que les propicie soluciones. Antes era una imposición: “apréndalo así porque es así”. Hoy, la escuela tiene la posibilidad de crear teorías que reorienten esta dinámica. Frente al reto actual de convertir a la IA en un aliado y no un enemigo urge desarrollar marcos teóricos que abran rutas alternativas. Proceso emergente en la universidad, que movilice a la comunidad académica a buscar soluciones a los problemas.

Editor: *Dada la persistencia de una visión dogmática en la enseñanza de las ciencias, ¿cómo se puede eliminar ese dogmatismo, especialmente considerando que la ciencia es una construcción humana y social?*

RPM: El dogmatismo es una forma de pensar que salvaguarda las dudas y los problemas, como el sentimiento de poseer la verdad. Antes, a los profesores se les obligaba a creer que

lo que decían era cierto, a tener la razón. En nuestras discusiones en el Grupo IREC, planteábamos: “¿Qué diría usted si un estudiante le pregunta sobre lo que comunica, por ejemplo, ‘Esto lo dijo Newton, ¿qué dice usted sobre lo que dice Newton?’”. Esto convoca al profesor a pensar si lo que dice es dogmático o si está convencido de que es su forma de pensar y actuar.

Se trata de poner al profesor a pensar y a hacer un análisis crítico de esas afirmaciones que se consideran verdades absolutas, porque no lo son. Se puede criticar lo que dijo Newton hoy en día. Sin embargo, la física de Newton sigue siendo funcional en la macroescala, fundamenta el funcionamiento de una grúa o la caída de los cuerpos. El desafío es poner al profesor a pensar sobre lo que está diciendo, no como recitación, sino como una razón para invitar a los estudiantes a pensar el mundo desde lo que dice Newton. Se trata de poner a funcionar el pensamiento científico del profesor en su trabajo con los estudiantes.

Existen límites para el conocimiento y las teorías. La mecánica clásica, por ejemplo, funciona en un contexto, pero no en otros. Las teorías son constructos, producto de la reflexión humana, modelos explicativos de cómo funciona la naturaleza, pero son susceptibles de ser enmendados, replanteados y cambiados. La historia nos muestra que las interpretaciones de los fenómenos naturales han evolucionado de lo mágico a lo científico y racional. Para eliminar el dogmatismo, hay que dar la posibilidad de que existan otras perspectivas explicativas. Desde una perspectiva, se explica de cierta manera, pero existen otras posibilidades, y es importante incitar a la formulación de otras teorías y modelos.

La concepción del conocimiento científico es que es “consumible”. Funciona mientras explica; cuando deja de explicar, se desecha y se crean otras formas de leer el mundo. El desarrollo de nuevos modelos hace parte de

la evolución de la ciencia. Es fundamental enfatizar que la ciencia es una construcción realizada por personas, en contextos sociales específicos, por lo tanto, es una construcción social y un producto cultural.

Editor: *Dada su trayectoria y experiencia, ¿cómo evalúa el papel de la Universidad en la promoción de la investigación educativa en ciencias a nivel escolar?*

RPM: Tanto la universidad en general como la Universidad Pedagógica, en particular, tienen incursiones interesantes que merecen ser conocidas y divulgadas en este campo. En cuanto a la Universidad Pedagógica, ha habido una lucha constante respecto al alcance de su papel en la promoción de estos conocimientos para la escuela. La fundamentación lograda en los últimos años en la enseñanza de la ciencia y la formación científica en el ámbito escolar es un aporte suficiente para un programa que abarque a toda la nación. Sin embargo, para ello se necesita ser atrevido y osado en la propuesta.

Recuerdo una anécdota en los primeros años del grupo de investigación IREC, con aquel entusiasmo juvenil, hicimos un proyecto ambicioso para llevarlo a todo el país. Cuando lo presentamos a las instancias decisorias el presupuesto solicitado superaba el disponible. Nos recomendaron trabajar con pequeños proyectos. Esto demuestra que a la Universidad Pedagógica y a las facultades, en general, nos falta abrirnos a la ambición de alcanzar el mundo, de pensar en grande, en un proyecto que nos impulse y nos lleve adelante. Contamos con el personal, las ideas y la producción académica para realizar proyectos de gran envergadura.

Editor: *¿Visualiza algún rubro o aspecto en particular en el cual enfocar este tipo de investigación a gran escala?*

RPM: Sí, la creación de centros escolares en las edificaciones de las escuelas, como puntos

centrales de desarrollo cultural y comunitario. No solo para la formalidad, sino proyectando, a través de los profesores y directores, que las escuelas se conviertan, incluso los sábados y domingos, en centros de desarrollo cultural y comunitario, especialmente en el campo de las ciencias. Me parece que nos hace falta esto.

Editor: *La formación en ciencias se suele percibir como difícil y a veces inaccesible. ¿Qué estrategias ha desarrollado o promovido para que la ciencia sea comprensible y significativa para todos los estudiantes, y qué recomendaría a las nuevas generaciones de formadores?*

RPM: Esa afirmación de que la formación científica es difícil e inalcanzable es consecuencia de las concepciones que se tienen sobre la ciencia misma. Si revisamos cómo nacieron históricamente las principales ideas que hoy consideramos difíciles, nos daremos cuenta de que se iniciaron con cosas cotidianas y de observación. Creo que es la forma de pensar lo que hay que cambiar.

Desde los primeros años de formación en la escuela, se podrían plantear proyectos que impulsen a los estudiantes a desarrollar la capacidad de producción. Lo que predomina hoy es la instrucción. Ojalá pudiéramos lograr un cambio total desde esos primeros años y mantenerlo durante todo el sistema educativo: la concepción de que cada persona es capaz de producir conocimiento. El reto de la formación de nuevos profesores es cómo lograr que los estudiantes se convenzan de que es posible pensar el mundo de manera diferente.

Editor: *¿Qué importancia le da usted al desarrollo del pensamiento científico, y cómo lo articularía a su propuesta para acortar la brecha entre el conocimiento especializado y la sociedad?*

RPM: Nuestras escuelas tienen dotaciones precarias. Aunque se hacen esfuerzos e inversiones,

no llegan a todas las escuelas. Se podrían plantear desafíos a los estudiantes en los que, prescindiendo de instrumentos sofisticados, se les impulse a diseñar sus propias herramientas. De esta manera, el conocimiento revela su verdadera función, no como instrumento, sino como aquello que lo fundamenta. En la escuela se pueden desarrollar instrumentos de medida que llevarían a los niños a pensar que, a pesar de las limitaciones de instrumentación, se pueden hacer cosas con el conocimiento, desarrollando sus propias formas de plantear mediciones para solucionar situaciones. El papel del profesor es guiarlos a hacer esto, incluso si tienen el instrumento disponible.

Editor: *¿Qué papel desempeñarían las tecnologías digitales en un proyecto de enseñanza y formación de maestros desde esta perspectiva?*

RPM: La formación siempre ha sido un reto. Los desarrollos sofisticados de las ciencias y la tecnología en la sociedad son ineludibles para la escuela y plantean un reto permanente de actualización para los profesores. La componente investigativa de los nuevos profesores de ciencias en didáctica de las ciencias les permitiría estar al tanto de lo que ocurre y saber qué utilizar de esos desarrollos tecnológicos y TIC para llevarlos a la escuela. Si bien los cursos de formación y actualización son necesarios, el interés de hacerlos, de aproximarse y de renovar permanentemente su acción en el aula nace del propio profesor.

Editor: *¿Esto ayudaría a superar el desfase entre la formación universitaria y la realidad escolar?*

RPM: Sí, claro. Lo que sucede es que hay que canalizar esos esfuerzos. La percepción actual es que con solo tener la información se solucionan los problemas. Sin embargo, en el aula, no basta con la información; se necesita la razón de fondo y las

posibilidades que esa información le puede dar a quien la recibe para usarla en su propio desarrollo. Esto tiene que ver con la formación académica en la escuela: no solo repetir, sino qué se hace con esa información y qué posibilidades ofrece para solucionar problemas propios y los que se pueden crear en función de la formación intelectual. Preguntas como “¿Qué le hace falta para ser exitoso en la universidad?” deben propiciarse en la escuela, el bachillerato y la universidad. Un legado importante sería que esta idea no cayera, como se dice, en saco roto: inquietar a los estudiantes sobre su propio futuro, en lugar de solo llenarlos de información, porque todos pueden lograr lo que se propongan, y su formación científica en distintos niveles les proporcionaría un camino viable.

Hay una percepción generalizada de una distancia entre el mundo real y el mundo académico, especialmente el de las ciencias. La afirmación de que la formación científica es difícil e inalcanzable es un principio que elimina cualquier aspiración. Lo “difícil” es la incapacidad de pensar que llegar a esos estadios es posible. El reto para la formación de cada persona en el aula es que “usted es capaz si se lo propone”, y nosotros podemos ayudar a construir sus propias rutas. El principio del trabajo en el aula se enfocaría en esto, no solo en decir cómo son las cosas, sino por qué son así y qué posibilidades hay de transformarlas para un futuro mejor.

Editor: *¿Cómo encaja esta visión de ser maestro en el contexto universitario para subsanar la alta deserción en los primeros semestres de facultades de ciencias, a menudo motivada por la dificultad de las materias?*

RPM: La deserción y la repitencia son problemas importantes en todo el sistema educativo. La repitencia es una causa directa de la deserción. Una idea que puede transformar esta situación, si se trabaja con profesores de

educación media y básica, es que el sistema educativo está para llamar, no para rechazar. Todos los niños y jóvenes que llegan al sistema escolar son capaces. Se trata de ayudarlos a superar las dificultades que traen en su fundamentación. Cada curso y nivel ha de revisar qué le falta al estudiante para ser exitoso en lo que se le propone. Este es un sistema que se anticipa a la deserción.

Si soy profesor de una materia como Fisi-coquímica, debo explorar las bases necesarias para el curso y, si los estudiantes no las tienen, apoyarlos para que las superen durante el desarrollo. Es una mirada que supera el rol del profesor como un filtro para seleccionar solo a los mejores. Hay que ofrecer oportunidades a aquellos que tienen dificultades, especialmente de información sobre el tema. Este es un punto central que eliminaría la deserción, aunque es un proyecto que demanda mucho más tiempo que las dieciséis semanas de un semestre, para el caso universitario. Lo interesante es involucrar a los estudiantes en la meta, convenciéndolos de que es posible lograrlo. Lamentablemente, a veces se les cierran las puertas, convenciéndolos de que “no son capaces”, cuando todos lo son. Si se matricularon en un curso, ya hay interés. Cambiar la forma de presentar el curso o el currículo como algo “inalcanzable” podría lograr un cambio positivo.

Editor: *¿Qué legado espera dejar como maestro emérito en la formación de maestros de ciencias, y qué mensaje quisiera dar a quienes recién se inician en este camino profesional?*

RPM: A veces nos ilusionamos con que nuestros profesores sean lo máximo, y que todos piensen como científicos, alcanzando los avances didácticos y pedagógicos actuales. Sin embargo, debemos aterrizar a nuestra situación y proyectar lo que podemos lograr en menos de quince años. Históricamente, los países en ruinas se recuperan no solo por apoyos externos, sino por la propia intención de desarrollarse. La pregunta es: ¿A qué llamamos desarrollo?

Un legado importante sería discutir a fondo las producciones de los grupos de investigación y sacarles el máximo provecho en la formación escolar. Mediante educación e investigación, la Universidad tiene la posibilidad de promover capacidades colectivas para transformar a Colombia en una nación próspera con oportunidades para todos.

Editor: *La vida académica del profesor Royman Pérez fue una apuesta decidida por las personas. Más allá del aula, confió en cada estudiante como alguien capaz de pensar, crear y transformar su realidad cuando encontraba una guía atenta y exigente. Entendió la educación como un espacio que abre caminos y despierta capacidades que, a veces, esperan ser reconocidas.*

Para él, enseñar ciencias significaba confiar en la curiosidad, en la pregunta que incomoda y en la posibilidad de que cada joven se asumiera protagonista de su tiempo. Su legado vive en generaciones que aprendieron que comprender el mundo también es una manera de transformarlo, y que formarse en ciencias es, en esencia, aprender a imaginar y construir horizontes nuevos.



Primeras Letras

Relato gráfico basado en *El jardín de senderos que se bifurcan*, de Jorge Luis Borges

Dejo a los varios porvenires (no a todos) mi jardín de senderos que se bifurcan.

JORGE LUIS BORGES, *Ficciones*

En concordancia con el espíritu que anima esta sección —abierta a la publicación del trabajo intelectual de los estudiantes y egresados de la Facultad de Ciencia y Tecnología que cultivan el gusto por la comunicación gráfica y escrita—, tenemos el gusto de compartir con la comunidad universitaria la siguiente historieta, elaborada de forma colectiva a partir de la adaptación del cuento “El jardín de senderos que se bifurcan”, de Jorge Luis Borges.

Este trabajo fue realizado por un grupo de estudiantes de primer semestre de la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional, durante el segundo periodo del 2024, en la clase de *Competencias Comunicativas*. Este espacio académico del plan de estudios tiene como propósito fortalecer habilidades expresivas —escritas, orales, lectoras y visuales— a partir de una comprensión amplia de la comunicación como un aspecto esencial en la formación de futuros docentes de ciencias.

En “El jardín de senderos que se bifurcan”, Borges introduce una concepción del tiempo radicalmente distinta a la visión lineal tradicional. El tiempo se presenta como una red infinita de bifurcaciones, en la que todos los futuros posibles coexisten. Cada decisión desencadena realidades paralelas que no se excluyen, sino que se desarrollan simultáneamente. Esta perspectiva filosófica sobre la temporalidad sirvió

como base conceptual y estética para crear la historieta que aquí se presenta, enriqueciendo el enfoque comunicativo del curso con una lectura compleja del texto y del concepto mismo de tiempo.

En este proyecto se identificaron tres aspectos fundamentales que estuvieron involucrados en su desarrollo: el académico, el editorial y el de competencias sociales. En cuanto a lo académico, vale decir que la operación de escribir supone, necesariamente, la capacidad de leer. Esto es, la lectura y escritura como correlatos dialécticos, dado que una condiciona y enriquece a la otra, poniendo de presente la dimensión dialógica del lenguaje. Leer es anticipar y establecer hipótesis; escribir es organizar, dialogar con lo ausente. Ambas prácticas, más que técnicas individuales, son ante todo procesos colectivos que cobran sentido *por* y *para* los demás. Interdependencia que convierte estas prácticas académicas de carácter lingüístico en actividades eminentemente comunicativas, cuyo valor radica en su función social.

En este sentido, la experiencia de adaptar el cuento de Borges a un cómic fue mucho más que una actividad operativa. Significó una oportunidad para reflexionar sobre la lectura como un proceso de interpretación, en el esfuerzo de tratar de comprender la historia e identificar el tema central, que supuso la práctica de la lectura grupal en voz alta e individual silenciosa; discutir ideas, explorar vocabulario desconocido, así como los posibles significados de la historia. A la par, la escritura de los diálogos conllevó el cuidado del lenguaje empleado para mantener la esencia narrativa de Borges y

permitir a los personajes expresar sus intenciones, pensamientos y tensiones con claridad.

En el aspecto editorial, el desarrollo de este proyecto creativo implicó una gestión compleja, que ofreció a los estudiantes la oportunidad de integrar sus destrezas artísticas en una actividad que desafió tanto su capacidad de trabajo en equipo como su autonomía. El proceso de traducir el texto literario a la imagen demandó sensibilidad artística y rigor conceptual para interpretar visualmente escenas, emociones y atmósferas presentes en el relato original.

De manera general, comprendió la organización de equipos de trabajo y coordinación del desarrollo gráfico, así como la toma de decisiones creativas para representar el tiempo narrativo y definir el estilo visual. También se abordó la corrección de escenas repetidas o débilmente estructuradas, la elaboración del *storyboard*, el desarrollo de diálogos y la ejecución gráfica, que comprendió determinar el número de viñetas y su contenido, la ilustración y el trabajo de color; elecciones que se reflejaron en el diseño de personajes y escenarios desde los primeros bocetos.

Respecto a las competencias sociales, la actividad desarrollada permitió a los estudiantes consolidar una verdadera cohesión grupal y fortalecer aspectos clave en su formación docente, como el autoconocimiento y el pensamiento crítico. En su ejecución no solo

afianzaron sus competencias comunicativas, sino que ejercitaron habilidades de liderazgo y negociación de sentido para la toma de decisiones compartidas, resaltando el valor del trabajo colaborativo como estrategia para potenciar la comunicación.

Por último, destacamos el esfuerzo de todos los integrantes del grupo, quienes con creatividad, disciplina y sensibilidad lograron plasmar en esta obra gráfica el espíritu de colaboración que define tanto el ejercicio educativo como el arte de comunicar. Mención especial merece el estudiante Julián Páez, autor de las ilustraciones, cuyo talento gráfico y compromiso con el proyecto fueron fundamentales para la concreción del producto final.

Con estas ideas en mente, invitamos a los lectores a explorar esta propuesta de narrativa gráfica, resultado de la combinación de pedagogía, literatura, arte y comunicación, cuya realización propició un verdadero laboratorio de formación docente.

Juan Carlos Bustos Gómez

Docente a cargo del curso
Competencias Comunicativas 2024-2
Departamento de Física-UPN

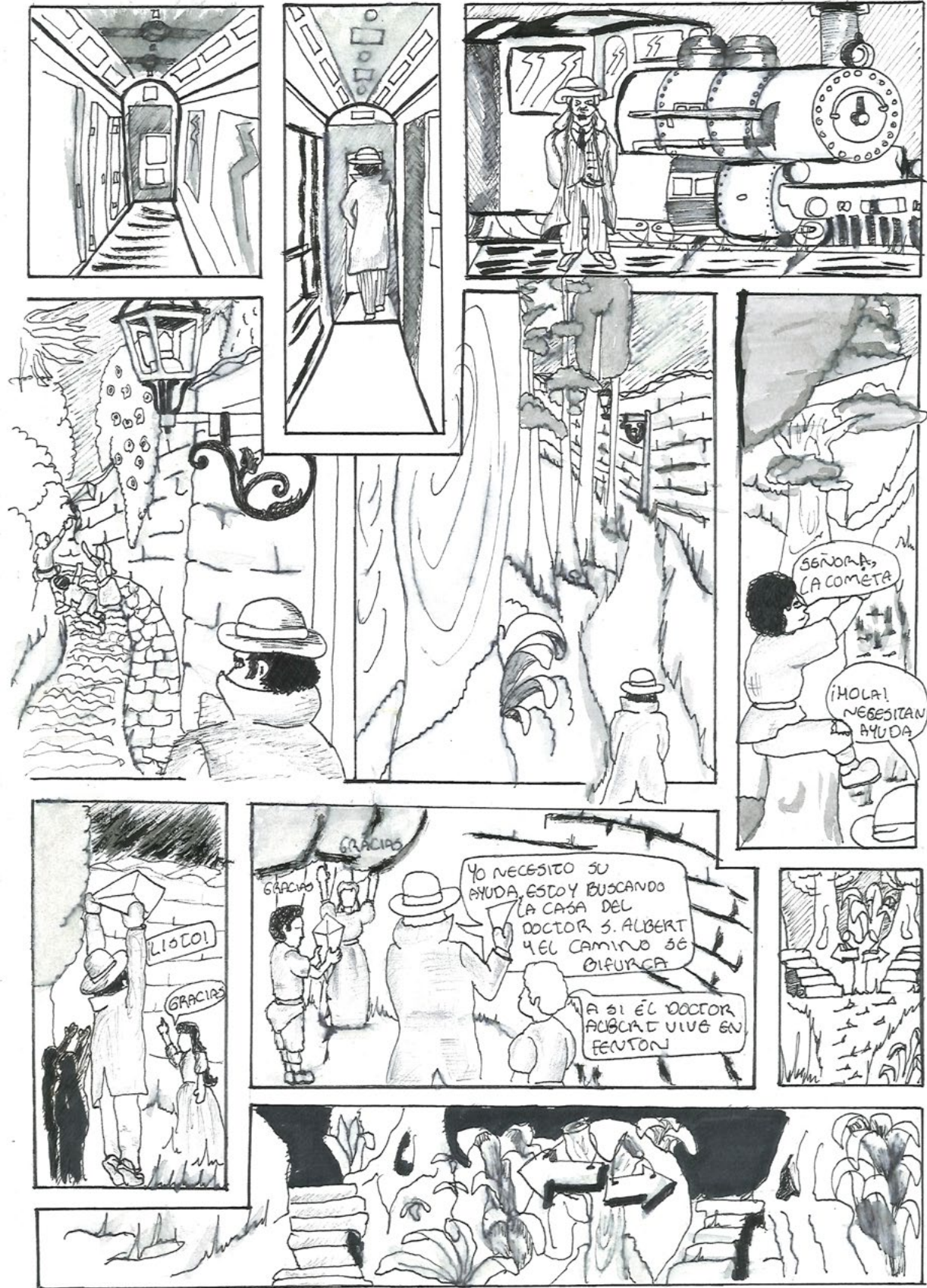
Referencias

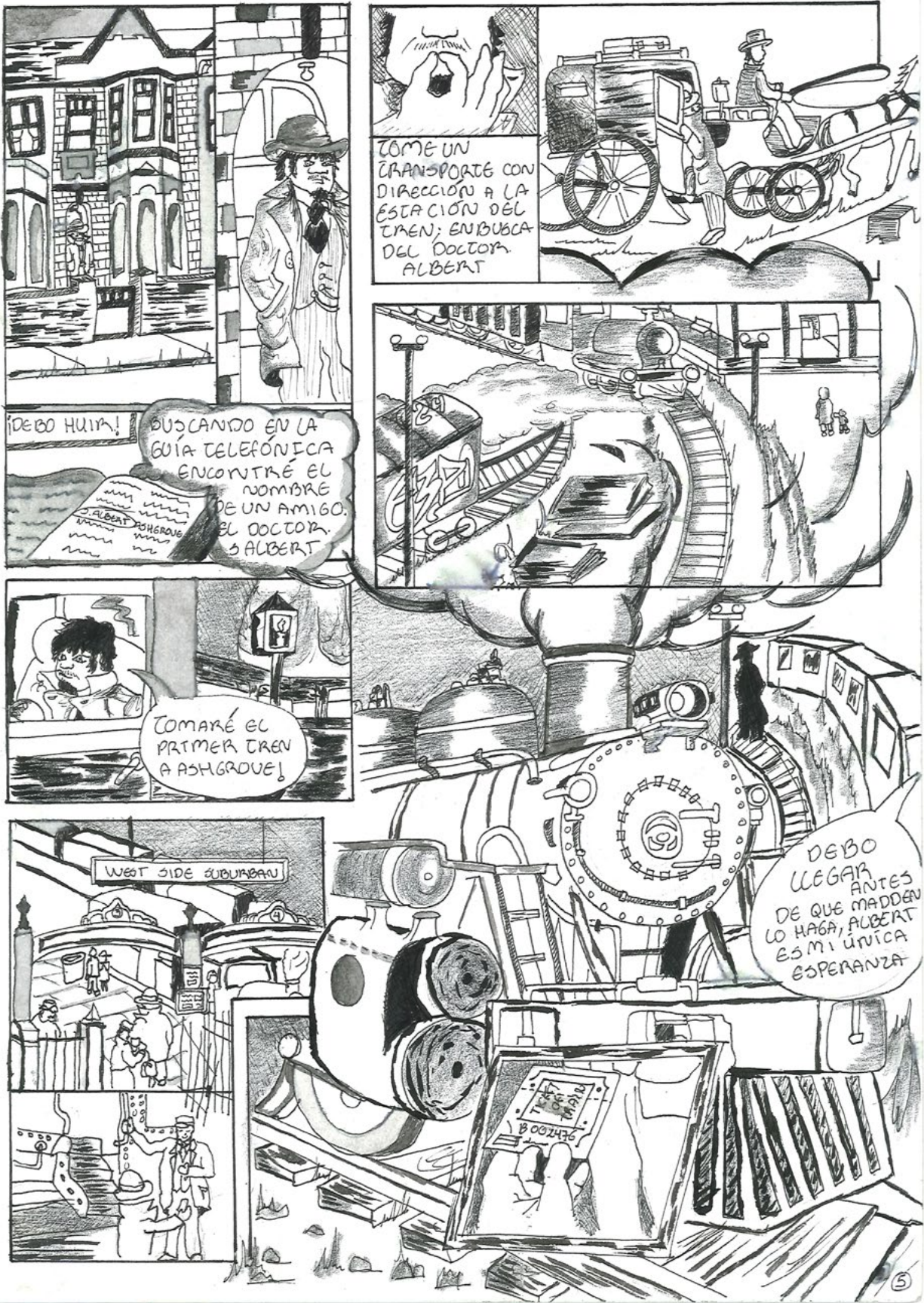
Borges, J. L. (1985). *Ficciones*. Alianza.

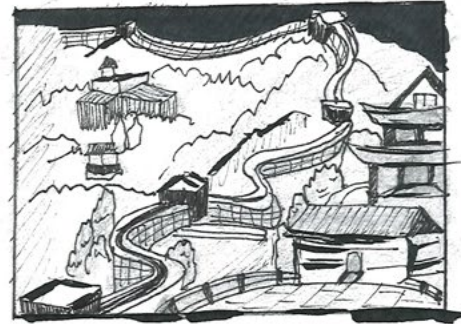










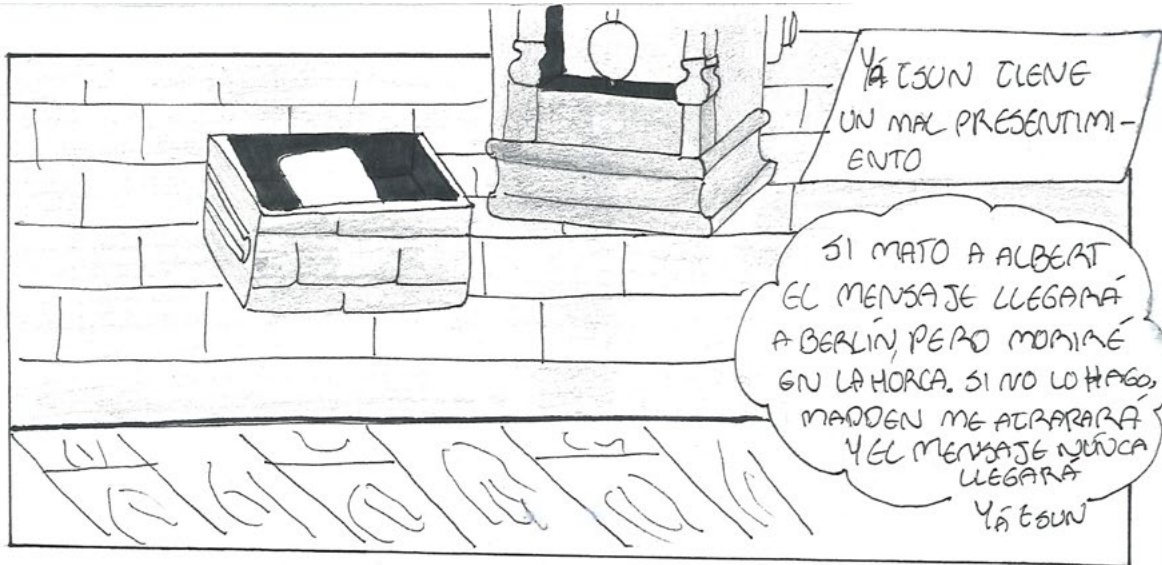














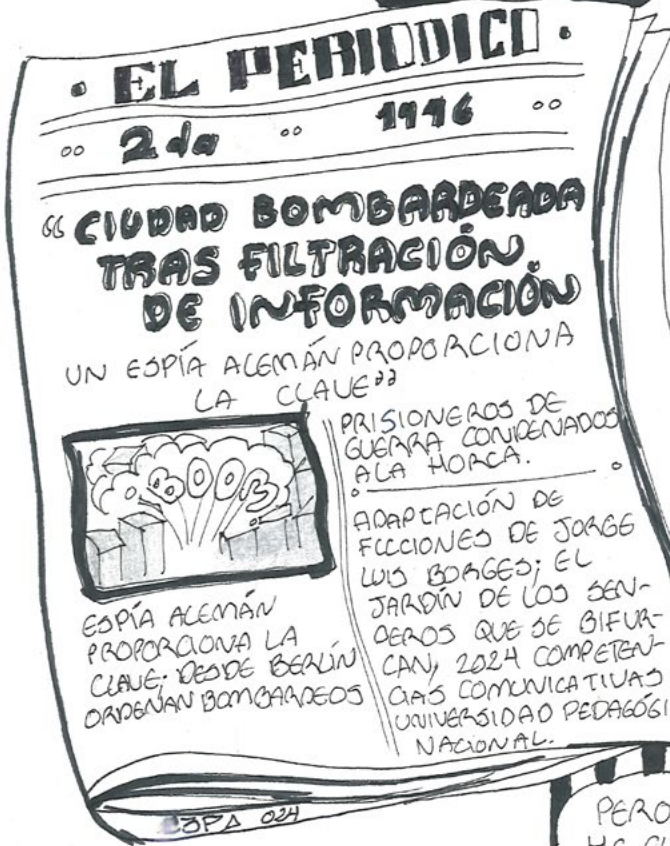
DÍAS DESPUÉS, YÁTSUN ESTÁ EN SU CELDA, ESPERANDO SU EJECUCIÓN. UN GUARDIA LE ENTREGA UN PERIÓDICO. YÁTSUN LO LEE CON CALMA. SUS OJOS RECORREN LAS PÁGINAS HASTA QUE ENCONTRÓ EL TITULAR

TIEMPO DESPUÉS EL ALTO MANDO ALEMÁN LEE ESTA HISTORIA Y SE DAN CUENTA DE QUE ES SU AGENTE Y QUE ESA ES LA INFORMACIÓN QUE OBU-
VO



POR LO QUE REDUJERON DONDE BOMBARDEAR.

DÍAS DESPUÉS EL ENCABEZADO CAMBIA...



YÁTSUN SIENTE UNA MEZCLA DE SATISFACCIÓN Y CALMA. EL NOMBRE DE LA CIUDAD, LA INFORMACIÓN CAUCIAL, TODO HABÍA LLEGADO A BERLÍN COMO LO HABÍA PLANEADO

EL SACRIFICIO DE STEPHEN ALBERT FUE LA ÚLTIMA PARTIEN EN LA CADENA DE EVENTOS QUE CONDUJERON A ESE RESULTADO INEVITABLE

EN OTRO TIEMPO EN OTRO SENDE- NO TAL VEZ NO HUBIERA DISPARADO

TAL VEZ NO HUBIERA GANADO

PERO EN ESTE ME CUMPLIDO MI MISIÓN.



• EDICIÓN •

Senderos que se Bifurcan

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA N.

BOGOTÁ, COLOMBIA NOV-2024

LICENCIATURA EN FÍSICA

COMPETENCIAS COMUNICATIVAS

PRE-IMPRESOS - ESTUDIANTES

EDITOR

GRUPO PRIMER SEMESTRE - LICENCIATURA EN FÍSICA.

COMPETENCIAS COMUNICATIVAS - JUAN CARLOS ANDRÉS BUSTOS GÓMEZ

GUION

LAURA CATALINA CUERVO BECERRA

VALEA RINCÓN RODRÍGUEZ

BRAYAN DANIEL ROMÁN ARTEAGA

NICOLÁS TORRES ARDILA

SEBASTIAN MESTREPO JÁCOME



PRODUCCIÓN

FLOR JIMENA ABRIL GERENA

JAZMÍN HAIDEE QUIÑONES MÉNDEZ

JUAN DAVID CAÑARETE SALGADO

DISEÑO GRÁFICO

JUAN DAVID CAÑARETE SALGADO

LUIS FERNANDO ACOSTA BERMUDEZ

KEVIN JAVIER LAGOS PULIDO

JULIÁN LEONARDO PAEZ DUQUE

$E=mc^2$

LOGÍSTICA

JUAN DAVID REYES QUINTERO

JERONIMO PINEDA CUERVO

JAMES MONTOYA RIVERA

EDWIN MEDINA SANDOVAL

NICOLÁS LEÓN MIMANDA

DANIEL ALBERTO ALBORNOZ.

PRE-IMPRESOS





Galería

Hacedores y no consumidores: eso somos

El hombre es inteligente porque tiene manos

ANAXÁGORAS

Por mucho que un hombre valga, nunca tendrá valor más alto que el de ser hombre

ANTONIO MACHADO, JUAN DE MAIRENA

Son las manos y no los ojos de Giacometti los que fabrican esos objetos, esas figuras.
No sueña: las siente

JEAN GENET

La fabricación de artefactos, utensilios y herramientas precedió por miles de años a la aparición del hombre moderno. Paleontólogos y especialistas en evolución humana han mostrado cómo la elaboración de las primeras herramientas y sobre todo de los filos de peder- nal fueron un momento esencial en la evolución de la especie homínida (Arsuaga y Martínez, 2004). El conjunto amplio de artefactos que han sido excavados de los más diferentes contextos hacen evidente un camino, el mismo que conduce hoy a los anaqueles repletos de cuantos objetos ha imaginado la especie. Si es cierto que "Pensar es hacer" (Sennett, 2009), todos y cada uno de los artefactos intelectuales y materiales dan cuenta de la enorme variabilidad y complejidad que la especie humana ha construido en miles de años.

La elaboración de los objetos, el modo como cada uno de ellos y todos en su conjunto se articulan con las acciones y formas sociales, con las producciones del lenguaje y con las relaciones que se tejen entre unas y otras sociedades es

central a la hora de pensar lo humano. Poner la atención sobre cada objeto significa tratar de desentrañar los motivos y las circunstancias en que fue elaborado, como también, los esfuerzos de las sociedades por conseguir las materias primas y, sobre todo, es acentuar los usos y sentidos diversos que en cada momento han significado cada cosa usada y hecha. Los zapatos que cuidan y prometen el alimento, que garantizan un invierno por llegar, aquellos en los que la labradora pone toda su esperanza y su mundo (Heidegger, 2010), son una mínima parte del infinito conjunto hecho y, no por ello, menos importante. Cada artefacto es en sí mismo la evidencia de la inteligencia colectiva de la especie, cada acción emprendida en los más diversos lugares y tiempos ha estado acompañada por un utillaje suficiente y eficiente. El éxito o fracaso ha estado y estará mediado por los artefactos; algunos antiguos, otros nuevos, pero siempre evidencias de los humanos.

Hoy, cuando parece que todo se puede construir, cuando los anaqueles pletóricos de formas

hipnóticas se suceden en un infinito constante del mercado, parece ser necesario recordar que más que consumidora, la especie es constructora. Volver sobre la importancia del hacer no es un capricho y menos aún una moda vintage. Es en realidad el camino para la des-enajenación y para volver sobre la consciencia; la elaboración de cada uno de los artefactos exige un alto nivel de concentración. Cada hacedor pone en cada objeto la totalidad de sus conocimientos y habilidades, se detiene en las particularidades y busca obsesivamente la eficiencia. Por ello, en el objeto hecho se deposita un cierto auto-reconocimiento, una vuelta al sujeto.

El conjunto de fotografías que acá se exponen han detenido la mirada en la técnica, sus huellas e implicaciones. Fueron tomadas en distintos momentos durante los últimos años. Todas con film de blanco y negro.

Referencias

- Arsuaga, J. L. y Martínez, I. (2004). *La especie elegida: La larga marcha de la evolución humana*. Ediciones Temas de Hoy.
- Heidegger, M. (2010). El origen de la obra de arte. En *Caminos de bosque*. Alianza Editorial.
- Sennett, R. (2009). *El artesano*. Anagrama.



En el sentido de las manecillas del reloj.
Acomodando - Cogua, Cundinamarca.
Rodando - Málaga, Santander
Limpiando - Museo Urrutia Bogotá
Cocinando - San Jacinto, Bolívar



Tejiendo - Fúquene, Boyacá



Puliendo - Museo Urrutia, Bogotá

Carlos Augusto Rodríguez Martínez

Formado como Doctor en Patrimonio por la Universidad de Extremadura (2021), con Maestría en Arqueología Prehistórica y Arte Rupestre por la Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (2010) y Licenciado en Ciencias Sociales por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (1998), su trayectoria evidencia una constante preocupación por comprender la tecnología como un fenómeno histórico y cultural, inscrito en materialidades concretas y memorias colectivas.

Cuenta con más de dos décadas de experiencia docente en la Universidad Pedagógica Nacional y en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Su ejercicio pedagógico se configura como un espacio de formación crítica, en el que la arqueología dialoga con la historia, la técnica y la educación. Reconocido como “Pedagogo de Excelencia” (2016), ha contribuido a la consolidación de comunidades académicas en torno al estudio del patrimonio.

Sus líneas de investigación —técnica y tecnología en Colombia; matrices líticas y cuerpo en los Muisca; arte rupestre en Colombia— articulan cultura material, corporalidad y paisaje. Ha coordinado proyectos de documentación arqueológica en municipios de Cundinamarca, contribuyendo a la salvaguarda del patrimonio mediante metodologías rigurosas y trabajo con comunidades locales, lo que lo posiciona como referente en el análisis y la preservación del patrimonio arqueológico colombiano.

Evaluadores

Jesús David Pardo Mercado

Magíster en Educación, Universidad Nacional de Colombia
Sociólogo, Universidad Nacional de Colombia
Doctorando en Didáctica y Conciencia Histórica, Instituto de Pensamiento y Cultura en América Latina.

Docente-Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Ciencia y Tecnología, Bogotá

jedpardom@upn.edu.co; jdpardom@unal.edu.co

CVLAC-RG

Ana Elizabeth Pérez Gil

Magíster en Docencia de la Matemática,
Universidad Pedagógica Nacional [UPN]

Licenciada en Matemáticas, UPN

Docente de Matemáticas, Secretaría de Educación de Funza (Cundinamarca)

aperezgil@gmail.com; docanaelizabethperezdepa@gmail.com

CVLAC-RG

Ángela Rodríguez Nope

Magíster en Docencia de la Matemática.

Universidad Pedagógica Nacional [UPN]

Licenciada en Matemáticas [UPN]

Docente Colegio Bravo Páez IED. Bogotá

angela.nope.3@gmail.com

Carlos Alberto Forero Toro

Magíster en Docencia de la Matemática. Universidad Pedagógica Nacional [UPN]

Especialista en Educación Matemática [UPN]

Licenciado en Matemáticas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Doctorando en Ciencias de la Educación, Universidad de Cuauhtémoc/
México

Docente de Matemáticas, Colegio Sorrento IED. Bogotá.

Docente de Ciencias Básicas Unimonserrate.

carlos.forero145@educacionbogota.edu.co; carlosforero03@gmail.com

Aura Ximena García Viviescas

Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales,

Universidad Pedagógica Nacional [UPN]

Licenciada en Biología, UPN

aximenagarcia@gmail.com

CVLAC-RG

Fernando Espitia Castañeda

Magíster en Ciencias-Física, Universidad Nacional de Colombia

Licenciado en Física con énfasis en la relación Física-Matemática,

Universidad Pedagógica Nacional [UPN]

Docente, Departamento de Física, UPN

fespitiac@upn.edu.co

CVLAC-RG

Acerca de Pre•Impresos Estudiantes

Pre•Impresos Estudiantes es un proyecto de la Facultad de Ciencia y Tecnología (FCT) de la Universidad Pedagógica Nacional que divulga a través de la comunicación escrita la producción intelectual de los autores, destacando sus experiencias y reflexiones respecto de los temas inherentes a sus campos disciplinares específicos y su enseñanza. Por tanto, configura un espacio de visibilidad y reconocimiento público del trabajo de los maestros en formación y en ejercicio adscritos a la FCT.

La escritura en el ámbito de las ciencias y la tecnología

La comunicación es un aspecto fundamental de los procesos de cognición que construye relaciones de fuerza e identificación entre las personas y define el lugar de cada individuo en un grupo. Así, toda relación social se funda en el intercambio de ideas, pues cuando hablamos y escribimos también damos forma al mundo. Por tanto, la conformación de comunidades académicas tiene un carácter social y comunicativo, proceso en el que la palabra escrita contribuye a la socialización de las ideas; dado que, la comunicación de la ciencia se realiza en lengua natural.

¿Qué es un preimpreso?

Los Pre-impresos son una publicación previa que se utilizan en comunidades académicas para difundir el trabajo de sus miembros y contribuir a la formación de futuros investigadores.

Origen

Este proyecto editorial también constituye un espacio académico de formación y cualificación docente, que se inspiró en un trabajo similar que realiza el grupo *Física y Cultura* del Departamento Física de la FCT, con trabajos de profesores, desde principios de la década de 1990, con el fin de promover la circulación de las ideas de los profesores adscritos a este grupo de investigación.

Objetivos

Pre•Impresos Estudiantes promueve el fortalecimiento de la actividad académica en dos dimensiones; como proceso de formación escritural de los futuros maestros de ciencias, matemática y tecnología, y como iniciativa editorial que se traduce en una publicación seriada que divulga la producción intelectual de los estudiantes de la FCT.

El carácter del proceso realizado y el acompañamiento escritural que se brinda desde el proyecto hacen de esta experiencia una actividad académica de formación docente, con proyección en la práctica pedagógica e investigativa que contribuye a:

- Apoyar los fines misionales de la Universidad de investigar, producir y difundir conocimiento profesional docente, educativo, pedagógico y didáctico, además de propiciar una interacción con la sociedad para aportar a la construcción de nación.
- Propiciar una mayor consciencia lingüística, al poner de relieve la relación entre ciencia y lenguaje en el proceso de construcción textual, que requiere el desarrollo de la capacidad discursiva y habilidades comunicativas.
- Fortalecer la comunidad académica de la Facultad, al visibilizar las líneas de trabajo de los grupos de investigación de las diferentes unidades académicas.

Características

Pre•Impresos Estudiantes es un proyecto institucional de carácter extracurricular en el que pueden participar los estudiantes y egresados de los diferentes programas de la Facultad que quieran vincularse, ya sea, de manera individual o en grupo. El proceso de acompañamiento que se brinda exige compromiso y disciplina de los participantes, para la cualificación de su proceso escritural. Los temas a trabajar pueden cobijar una amplia gama de aspectos relacionados con las disciplinas —las ciencias, la matemática, la tecnología— y su enseñanza, así como, con la educación en general, ya sean reflexiones de carácter epistemológico o pedagógico, entre otras posibilidades.

Se puede participar con un amplio tipo de formatos de escritura, como por ejemplo: artículos, ponencias, módulos didácticos, cartillas, ensayos, crónicas, experiencias de aula, diarios, informes de investigación, por solo mencionar algunos. El proceso de elaboración, edición y publicación final de cada documento se ajusta al tiempo requerido por los autores para culminar esta labor. La publicación se hace en forma de cuadernillos en formato digital e impreso. La convocatoria es permanente.



<http://revistas.upn.edu.co>