

Artículo de Investigación

El aula como microsociedad científica para la comprensión teórica y trabajo procedimental argumentativo de soluciones químicas

The classroom as a scientific micro-society for theoretical understanding and procedural argumentative work on chemical solutions

Kaled D. Rutto-Martínez: Universidad de La Guajira, Colombia.

krutto@uniguajira.edu.co

Marlin Aaron-González: Universidad de La Guajira, Colombia.

maaron@uniguajira.edu.co

Andrés Solano-Barliza¹: Universidad de La Guajira, Colombia.

andresolano@uniguajira.edu.co

Fecha de Recepción: 04/04/2025

Fecha de Aceptación: 07/05/2025

Fecha de Publicación: 13/05/2025

Cómo citar el artículo

Rutto-Martínez, K., Aaron-González M. y Solano-Barliza A. (2025). El aula como microsociedad científica para la comprensión teórica y trabajo procedimental argumentativo de soluciones químicas. [The classroom as a scientific micro-society for theoretical understanding and procedural argumentative work on chemical solutions.]. *European Public y Social Innovation Review*, 10, 01-20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-2114>

Resumen

Introducción: La configuración del aula como microsociedades para el desarrollo de la competencia “uso comprensivo del conocimiento científico”, se profundiza en la conceptualización, el trabajo procedimental, el componente argumentativo y creativo sobre las soluciones químicas en estudiantes de secundaria en una institución educativa en Maicao, Colombia, mediante una ruta didáctica soportado en el Aprendizaje Basado en Problemas

¹ Autor Correspondiente: Andrés Solano-Barliza. Universidad de La Guajira (Colombia).

(ABPr), inicia con la creación de una ruta pedagógica de cuatro problemas y el uso intencionado de TIC. **Metodología:** Se fundamenta en el paradigma cualitativo con la investigación acción, con el instrumento de observación directa en el aula y cuestionarios. Se desarrolló con una intensidad horaria de 14 semanas que incluyen 56 horas en clases. Se utilizan Lucidchart, Padlet, Canvas, Google Formularios y Quizizz mediadores del aprendizaje. **Resultados:** Se configura una propuesta de ruta pedagógica que contribuye a mejorar el progreso del aprendizaje de la competencia científica. **Discusión:** Promover la competencia científica con ABPr y TIC ayuda a los estudiantes a resolver problemas reales, desarrollar habilidades críticas y utilizar herramientas digitales para un aprendizaje interactivo y contextualizado. **Conclusión:** Las microsociedades promovieron el aprendizaje de los estudiantes al generar diálogo libre y espontáneo en una construcción colectiva del conocimiento.

Palabras clave: microsociedades; competencia; aprendizaje; conocimiento científico; ABPr; TIC, investigación acción; secundaria.

Abstract

Introduction: The classroom configuration as micro-societies for the development of the competency "comprehensive use of scientific knowledge" delves into conceptualization, procedural work, and the argumentative and creative component concerning chemical solutions in high school students at an educational institution in Maicao, Colombia. Through a didactic route supported by Problem-Based Learning (PBL), it begins with the creation of a pedagogical route of four problems and the intentional use of ICT. **Method:** It is based on the qualitative paradigm with action research, using direct observation in the classroom and questionnaires as instruments. It was developed over a period of 14 weeks, including 56 hours of classes. Lucidchart, Padlet, Canvas, Google Forms, and Quizizz were used as learning mediators. **Results:** The proposed pedagogical pathway contributes to improve the learning progress of scientific competence. **Discussion:** Promoting scientific competence with ABPr and ICT helps students solve real problems, develop critical skills and use digital tools for interactive and contextualized learning. **Conclusion:** The micro-societies promoted student learning by generating free and spontaneous dialogue in a collective construction of knowledge.

Keywords: micro-societies; competency; learning; scientific knowledge; ABPr; TIC; action research; high school.

1. Introducción

En el aula, un grupo de personas interactúa diariamente, intercambiando ideas, posturas, reformulando conceptos y aprendiendo sobre diversos aspectos de la vida. Según Rivas Flores (1993), el aula puede ser entendida como una concreción de los problemas, conflictos, intereses y dinámicas presentes en la sociedad en general. Desde esta perspectiva, el aula se conceptualiza como una microsociedad, una representación a escala reducida de la sociedad total. Este entorno interactivo está profundamente influenciado por el maestro, quien dirige los procesos educativos a partir de diversas áreas del conocimiento. En este sentido, el aula puede considerarse un sistema intencional de escolarización con una función socializadora. El diseño del aula, orientado a fines académicos, es planificado por el docente para establecer objetivos de aprendizaje que guían las interacciones y actividades de los estudiantes (Olivar y Rodríguez, 2024).

Estas microsociedades que se forman en el aula, entendidas como interacciones cotidianas que ocurren en un entorno educativo, generan dinámicas que facilitan mecanismos como el acercamiento, la identificación y la apropiación espacial entre grupos e individuos (Aarón *et al.*, 2016; Céline, 2007), actúan de manera similar a una sociedad, donde coexisten personalidades y grupos que se organizan de acuerdo con sus características compartidas y roles específicos. En este contexto, las microsociedades se estructuran en subgrupos basados en afinidades de trabajo, comodidad y confianza entre compañeros. Además, se establecen relaciones y lazos afectivos que promueven la convivencia, reflejando la diversidad de personalidades dentro de los grupos y facilitando la resolución de problemas.

De acuerdo con Roselli (2011), el aula puede considerarse una microsociedad cuyo objetivo principal es generar conocimiento compartido a través de la interacción. Este concepto es aprovechado por el docente, quien planifica intencionalmente el aprendizaje y fomenta el desarrollo de habilidades de convivencia entre los estudiantes. El docente organiza grupos de trabajo que facilitan la construcción académica, promoviendo el trabajo en equipo, el diálogo horizontal entre pares, y asignando responsabilidades a cada integrante para alcanzar objetivos comunes. Como el aula está compuesta por un gran número de individuos, cada uno con saberes previos, los que se espera sean intercambiados durante las actividades planificadas por el docente (Ojeda *et al.*, 2022).

Para lograr un entorno educativo efectivo, es fundamental disponer de un espacio social que permita equilibrar diversas formas de aprendizaje. Para que esto sea exitoso, es necesario contar con mecanismos que faciliten al docente la toma de decisiones pedagógicas sobre la organización y estructuración del aula. En el transcurso de las clases se debe prestar atención a cómo interactúan entre sí, quiénes son los que presentan aptitudes en la asignatura, los líderes, quiénes tienden a trabajar mejor juntos y cómo se pueden distribuir los roles en el aula. Es importante observar cómo se comunican, las buenas relaciones entre compañeros pueden optimizar el trabajo cuando la convivencia es adecuada y lo que se desea es crear un ambiente adecuado de trabajo, (Tusón, 2006). La observación directa participante en el aula es una herramienta clave para comprender las dinámicas sociales y académicas de un grupo de estudiantes, desde un enfoque centrado en la mirada en el comportamiento (Bracamonte, 2015). Esta técnica permite al docente tomar decisiones informadas, basadas en el contexto específico del aula facilitando la creación de estrategias que promuevan un ambiente de aprendizaje productivo. Además, la observación directa participante es fundamental para el seguimiento del proceso educativo, ya que proporciona información valiosa para reconocer y valorar los logros alcanzados por los estudiantes a lo largo del tiempo (Bracamonte, 2015).

Una vez obtenido un panorama general del estudiantado, es importante identificar los estilos de aprendizaje, que se refieren a cómo diferentes estímulos básicos afectan la capacidad de una persona para absorber y retener información (Castro *et al.*, 2005). Estos estilos se consideran las condiciones educativas óptimas bajo las cuales un estudiante está mejor posicionado para aprender, así como las estructuras necesarias para facilitar ese aprendizaje. Además, los estilos de aprendizaje influyen en la forma en que cada individuo percibe el mundo, afecta su manera de pensar, emitir juicios y adquirir valores a partir de sus experiencias. Esta diversidad de perspectivas enriquece las discusiones y fomenta el aprendizaje entre pares, promoviendo así la inclusión. La importancia radica en el complemento e interacción entre los diferentes estilos presentes, lo que beneficia sus distintas formas de abordar la información mediante las microsociedades.

Seguido a esto, la configuración de las microsociedades debe ser un diálogo entre el docente y los estudiantes, así como también entre ellos. Esta selección genera armonía y brinda un sentido de autonomía que les permite tomar decisiones basadas en sus preferencias personales y relaciones sociales. Sin embargo, no es llegar al libre albedrío, puesto que el docente, basado en la observación previa y el análisis de los estilos, brinda pautas claras con criterios académicos y de colaboración y no solo basados en la exclusividad personal (Solano y Aaron, 2020; Solano-Barliza *et al.*, 2023).

El conjunto de observación de aula, identificación de los estilos de aprendizaje y el diálogo han sido la base para seleccionar los integrantes de las microsociedades de manera equitativa y efectiva, cuyo complemento favorezca el aprendizaje colectivo. Esto les permite expresar ideas siendo sujetos de críticas, buscando la conciliación para la resolución de problemas, juntos, lo que fomenta el pensamiento crítico sobre los diferentes puntos de vista y la capacidad de análisis. Además, este diálogo permite fortalecer las habilidades sociales, liderar y cumplir asignaciones para conseguir los objetivos propuestos. El trabajo en microsociedades, requiere que los estudiantes estén activamente involucrados en su propio aprendizaje. Les motiva a participar, compartir y contribuir en su proceso educativo de manera significativa.

En apoyo a la configuración del aula en microsociedades, se emplea la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Problemas (ABPr) definida por Mendieta (2021) como una estrategia de enseñanza- aprendizaje que se inicia con un problema real o realístico, en la que un equipo de estudiantes se reúne para buscarle solución. Este problema debe ser lo suficientemente complejo, de manera tal que requiera de la cooperación de los participantes del grupo para abordarlo eficientemente (Vargas *et al.*, 2021). Se tiene en cuenta para esta decisión pedagógica la asignatura sobre la cual se genera este proceso que es química, la que, como parte de las ciencias exactas emplea el método científico para dar respuesta a hipótesis y generar posibles soluciones a situaciones, entre estas a los problemas medio ambientales, en integración con los contenidos disciplinares (Parga-Lozano y Piñeros-Carranza, 2018), lo que será de utilidad para la puesta pedagógica en el aula.

El trabajo en las microsociedades tiene la intencionalidad de generar un cambio positivo en la cultura del aprendizaje. Basados en los estudios de Mendieta (2021) el ABPr tiene una influencia en la construcción de ellas, puesto que está centrado en el estudiante, promueve el desarrollo de una cultura de trabajo colaborativo, involucra a todos los miembros del grupo en el proceso de aprendizaje, promueve habilidades interpersonales, propicia la participación de los estudiantes, generando que desempeñen diferentes roles en las labores propias de las actividades diseñadas, que les permitirán ir adquiriendo los conocimientos necesarios para enfrentarse al problema retador que en esta aula, la química propone.

La enseñanza de la química en el grado 11, busca crear espacios en el aula donde los estudiantes puedan identificar, comprender e interpretar las ciencias naturales y aplicarlas en la resolución de problemas medioambientales. Para lograrlo, es fundamental contar con una base conceptual sólida que permita entender los fenómenos de la naturaleza, formular hipótesis e investigar. Sin embargo, se ha detectado en el aula una dificultad en el uso comprensivo del conocimiento científico, siendo esta la competencia científica base para lograr comprender y explicar fenómenos naturales. Esto se traduce en que los estudiantes enfrentan problemas para interpretar conceptos científicos y aplicarlos en su contexto cotidiano, lo que dificulta la comprensión y solución de problemas ambientales.

Cuando se habla de competencias científicas se hace referencia a la capacidad de establecer un cierto tipo de relación con las ciencias. La relación que los científicos de profesión tienen con las ciencias no es la misma que establecen con ellas quienes no están directamente comprometidos con la producción de los conocimientos sobre la naturaleza o la sociedad (Hernández, 2005), sin embargo, existe una capacidad de adquirir y generar conocimiento, desarrollar la capacidad crítica, reflexiva y analítica y una conciencia para la conservación, la protección y mejoramiento del ambiente. La competencia científica que deben tener los estudiantes, uso comprensivo del conocimiento científico, se define como “la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, y fenómenos que se observan con frecuencia” (ICFES, 2018, p. 27).

García *et al.* (2019) describen la estrategia pedagógica del Aprendizaje Basado en Problemas como una metodología centrada en el aprendizaje, la investigación y la reflexión, que los estudiantes siguen para resolver un problema planteado por el docente. Estos elementos son fundamentales en el trabajo de las microsociedades, ya que buscan impulsar la curiosidad y, a través de la sistematización, aplicar los pasos del método científico para resolver problemas. De manera similar, Gonzales *et al.*, (2023) describe el ABPr como una metodología innovadora que permite al estudiante mantenerse activo en el proceso de aprendizaje, desarrollando habilidades y fortalezas que conducen a la reconstrucción del método científico. La intención primordial de esta metodología radica en promover la investigación y la autonomía del estudiante, potenciando estos aspectos en la microsociedad.

La química como parte de las ciencias exactas, emplea el método científico para dar respuesta a hipótesis y generar posibles soluciones a situaciones medio ambientales. En este contexto de aula, se identifica una debilidad en el aprendizaje de esta ciencia como asignatura en el grado 11, lo que se hace por medio de la observación directa. En su mayoría los estudiantes presentan dificultades en el uso comprensivo del conocimiento científico. Esto hace referencia a los inconvenientes que tienen para interpretar conceptos científicos complejos e integrarlos a contextos prácticos o cotidianos para la resolución de problemas medioambientales. Esto debe resolverse en tanto responde a parte de los DBA -Derechos Básicos de Aprendizaje- para esa asignatura y grado que indica que deben contar con esta competencia científica (MEN, 2006).

La dificultad para el uso comprensivo del conocimiento científico refleja debilidades en los estudiantes para fomentar la criticidad en su vida cotidiana. Castro y Ramírez (2013) señalan que los estudiantes muestran carencias en capacidades fundamentales como reconstruir teorías, formular hipótesis, diseñar experimentos, argumentar, imaginar, ser creativos y construir alternativas de solución a problemas del entorno. Estas habilidades son esenciales dentro del marco del “uso comprensivo del conocimiento científico” según los estándares de competencias del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006). Bellio *et al* (2017), afirman que la competencia científica con mayor dificultad en la adquisición de conocimientos en ciencias naturales, es el uso comprensivo del conocimiento científico y la indagación. Esto se refleja en las dificultades que enfrentan los estudiantes para comprender y aplicar conceptos, teorías y modelos de solución de problemas basados en el conocimiento adquirido.

La puesta en marcha desde el aula frente a esta dificultad, va encaminada a crear espacios de identificación, comprensión e interpretación de problemas medio ambientales y de contexto para consensuar ideas de solución en las microsociedades. La decisión de hacer uso del ABPr, pretende articular las demandas cognitivas que esto requiere con una armonía social para trabajar en equipo. Esto se articula con el uso de herramientas tecnológicas como Lucidchart, Canva, Google formulario, Quizziz y Padlet. La integración de las TIC en este proceso de aprendizaje de la química, busca promover un ambiente más dinámico, participativo y

colaborativo. La combinación de estas herramientas facilitará la síntesis de conceptos, la evaluación interactiva, el debate y la reflexión, potenciando así el desarrollo integral de los estudiantes en el ámbito científico. En coherencia a lo descrito anteriormente esta investigación tiene como objetivo examinar el impacto de las microsociedades en el aula, para el desarrollo de la competencia científica “uso comprensivo del conocimiento científico”, mediante el Aprendizaje basado en problemas con uso de TIC, en las soluciones químicas.

2. Metodología

La presente investigación está fundamentada en el paradigma cualitativo con el método de investigación acción participativa (Zapata y Rondán, 2016), empleando como instrumento la observación directa participante para reconocer los hallazgos que son necesarios para identificar la dificultad de los estudiantes, así como notar sus comportamientos (Bracamonte, 2015) en la microsociedad. Hacen parte de los instrumentos, los cuestionarios y rúbricas como seguimiento al proceso de aprendizaje. Las TIC que el docente usa para la elaboración de los cuestionarios, permiten hacer seguimiento a los resultados. Se define una ruta didáctica que el docente sigue a través de las fases de trabajo que se rigen por la secuencia de los problemas dispuestos.

2.1. Diseño de la investigación

Para atender y lograr que los estudiantes alcancen el desarrollo de la competencia, uso comprensivo del conocimiento científico de las ciencias naturales, se planifica una ruta didáctica que tiene en cuenta la constitución de microsociedades y la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas que presenta cuatro problemas a estas organizaciones en el aula, orientados desde la taxonomía de Bloom (Corrêa, 2020). El primero está centrado en la adquisición conceptual del andamiaje de las soluciones químicas; para ello se apoya con el uso de las plataformas educativas Lucidchart y Canvas. El segundo problema, busca hacer énfasis en la adquisición de destrezas procedimentales a nivel cuantitativo de las unidades de concentración físicas y químicas de las soluciones, para determinar el %masa, %volumen, % masa/volumen, molaridad, molalidad; se apoya con el uso de las plataformas digitales Quizziz y Google Formulario. El tercer problema, aborda la interpretación y argumentación de los efectos de las soluciones químicas en los ecosistemas por acciones antropogénicas, generando preguntas de análisis para formar un debate académico entre las microsociedades, utilizando para ello el Padlet. Para finalizar, se dispone un espacio web en Google classroom que se genera para que suban los cuentos usando una narrativa científica aplicando el método científico para la generación de hipótesis, experimentación y conclusiones de un estudio que puede ser ficticio o real, asociados a los problemas ambientales dispuestos.

2.2. Población y muestra

El proyecto se desarrolla en la Institución educativa # 10 sede Rodolfo Morales y José Domingo Boscán, de carácter público ubicada en el casco urbano del municipio de Maicao. Posee una cobertura de 1256 estudiantes en total. Actualmente dispone de dos jornadas; en la mañana de 6 am a 12 y en la tarde de 12:15 a 18:15. La ruta didáctica está enfocada en la jornada tarde el curso 11 (undécimo) - 04, el cual consta de 29 estudiantes. Los 29 estudiantes se han organizado en 9 microsociedades de 3 estudiantes cada una, con la excepción de dos grupos que cuentan con 4 estudiantes: con diversidad cultural, étnica, sexual y estrato económico entre 1 y 2 con un rango de edad entre los 15 a 20 años.

2.3. Procedimiento

Esta investigación se llevó a cabo en 14 semanas con una intensidad horaria de 56 horas. El docente previamente tiene conocimiento sobre las características de los estudiantes por observación directa en el aula. Aspecto relevante que le sirvió como base para configurar las microsociedades. Además, los diálogos internos con el estudiantado fomentaron una conciliación para la organización flexible que sea garante de la comunicación y la construcción de conocimiento entre los integrantes.

De forma previa a la aplicación de la ruta didáctica, se realiza una evaluación diagnóstica para identificar saberes y falencias en el uso comprensivo del conocimiento científico, para ello se usó un cuestionario. Los resultados de esta evaluación, se usan como base para dar inicio a la unidad temática a desarrollar en el aula. Se realiza una prueba usando Google Formulario. Con un total de 8 preguntas, se disponen a analizar gráficas, tablas y textos científicos, así como la capacidad de abstraer información de una tabla y plasmar mediante una relación numérica los datos en una gráfica. Se les pide así observar el comportamiento de variables como la presión, la temperatura, generar hipótesis certeras que den explicación a la solubilidad de acuerdo a la solución química y plantear conclusiones del fenómeno con base al uso comprensivo del conocimiento científico. Este cuestionario de saberes previos, confirmó los hallazgos que se habían hecho por observación directa, sobre sus dificultades en el uso comprensivo del conocimiento científico

El problema 1 se enfocó en la conceptualización de las soluciones químicas, abarcando la planificación de microsociedades para investigar varios aspectos, tales como, los componentes, la clasificación, las unidades de concentración, los campos de aplicación en la vida real, las variables que afectan la solubilidad y el trabajo colectivo para acercarse al conocimiento científico. El problema 2 se centró en el análisis procedimental de las unidades de concentración físicas y químicas de las soluciones. Este problema consistió en aplicar fórmulas de %m/m, %p/p y %m/p (unidades de concentración físicas) así como de molaridad y molalidad (unidades de concentración química) en ejercicios. Estos ejercicios permiten realizar cálculos estequiométricos mediante el análisis de textos científicos y fórmulas de manera procedimental, para comprender la construcción de un producto desde el origen de los reactivos utilizados.

Hasta aquí se observa que las microsociedades mantienen la organización inicial. En cada grupo se cuenta con la presencia de uno o dos estudiantes con aptitudes para la resolución procedimental de los ejercicios puestos. Esta observación participante sirve para responderse inquietudes que el docente se hace sobre su propio accionar y confirmar o no el paso a seguir. A continuación, el docente, explica, modela y ejercita previamente los exámenes realizados en Google formulario en la resolución procedimental de las unidades de concentración de las soluciones químicas.

En el problema 3, cada microsociedad debe responder tres interrogantes semillas que están dispuestos en el Padlet académico establecido para el grado 11-04 y argumentar las ideas escritas en un diálogo de saberes entre microsociedades, orientados por el docente,

- I. ¿Qué efectos desencadena la emisión de soluciones químicas en estado gaseoso sobre la calidad del aire?
- II. ¿Cómo los ríos, al ser el solvente universal pueden ser alterados por la acción antropogénica?

III. ¿Cómo las soluciones químicas ejercen un efecto en la vida de las microalgas, algas, peces y cadena alimenticia en general?

El problema 4, denominado “Los cuenteros de la ciencia” consiste en crear una problemática ambiental y proponer la aplicación del método científico para la resolución. Para lograrlo, deberán considerar los elementos de la estructura de un cuento, por ejemplo: La creación detallada de personajes, la descripción del entorno, una secuencia lógica en el desarrollo de la trama y en especial, fomentar la creatividad en todo el proceso de la escritura y todo lo aprendido sobre soluciones químicas.

2.4. Instrumentos de la evaluación en la ruta didáctica

2.4.1. Rúbricas

A continuación, se describirán los criterios e indicadores utilizados para evaluar la ruta didáctica a través de rúbricas, que están asociadas a los problemas 1, 3 y 4 dispuestos y las soluciones que las microsociedades presentan. Para el problema 2 se han modelado los ejercicios en el tablero, reforzados con actividades en clases. La valoración de los ejercicios se hizo de manera inmediata indicando si estaban bien aplicadas las fórmulas de molalidad y molaridad. El problema 1 consta de 3 criterios de evaluación y 11 indicadores para una puntuación total de 20% (ver tabla 1), valorando con un 10% los conocimientos específicos del tema abordado y repartiendo 5% y 5% la presentación oral y la representación gráfica.

Tabla 1.

Rúbrica del problema 1

Criterios	Indicadores	Puntuación
Conocimientos específicos del área	Comprende las características de los componentes de una solución química. Clasifica una solución química de acuerdo a la concentración de soluto. Comprende el concepto de solubilidad. Interpreta la relación entre la temperatura y la concentración de una solución química	10%
Presentación oral	Utiliza un vocabulario adecuado. Expresa con claridad las ideas Se hace un uso adecuado del espacio	5%
Representación Gráfica	Se presenta de forma creativa. Se cumple con los contenidos solicitados: Conceptos, Procedimientos e Imágenes. Se evidencia una síntesis de la información. Hay buena calidad ortográfica y gramatical	5%

Fuente: Elaboración propia (2024).

Para la evaluación del problema 3, se establecieron dos criterios, cada uno con una puntuación del 10%, sumando un total de 20%. El primer criterio es la argumentación escrita, que incluye los indicadores de uso adecuado de términos científicos, síntesis de ideas, coherencia en la redacción de opiniones, argumentación con referencias científicas y uso correcto de gramática y ortografía.

El segundo criterio es la argumentación oral, evaluada a través de indicadores como el uso

adecuado del lenguaje científico, fluidez en la expresión de ideas, ilación de argumentos en la defensa de una idea y capacidad para persuadir en diferencias de opinión (ver tabla 2).

Tabla 2.

Rúbrica del problema 3

Criterio	Indicadores	Puntuación
Argumentación escrita	Emplea un uso adecuado de los términos en la escritura científica Sintetiza las ideas Coherencia en redacción de opiniones Argumenta las ideas propias con referencias científicas Uso adecuado de la gramática y la ortografía	10%
Argumentación oral	Uso adecuado del lenguaje científico. Fluidez en la expresión de las ideas. Ilación de argumentos en la defensa de una idea. Capacidad para persuadir en las diferencias de opinión	10%

Fuente: Elaboración propia (2024).

El problema 4 consta de 3 criterios de evaluación que describen la originalidad, el problema de investigación y la redacción y estilo de la narrativa científica de los cuenteros (ver tabla 3)

Tabla 3.

Rúbrica del problema 4

Criterios	Indicadores	Puntuación
Originalidad	Descripción de la escenografía Descripción de los personajes Descripción en la temática del cuento. Imaginación y creatividad Articulación de la escritura científica con la literatura	7%
Problema de investigación	Presentación detallada del problema ambiental. Participación de los personajes para la resolución del cuento. Explicación de los pasos del método científico. Reflexión de las consecuencias de la investigación científica	7%
Redacción y estilo	Lenguaje claro en la narrativa. Transiciones claras entre las temáticas de los párrafos. Uso eficiente de un lenguaje	6%

Fuente: Elaboración propia (2024).

Estas rúbricas fueron usadas para la socialización de las evidencias de aprendizaje. La rúbrica uno, valora el componente conceptual en el problema 1 para la caracterización de las soluciones químicas en el desarrollo de la competencia científica, uso comprensivo del conocimiento científico. Para el problema 2, se usó un formulario de Google, así como la observación directa de la participación de las microsociedades en el tablero.

Esto evaluó el desarrollo procedimental en la aplicación de fórmulas químicas en las relaciones estequiométricas. La rúbrica aplicada al problema 3, valora las destrezas argumentativas para defender una postura a nivel científico y la rúbrica 4, la creatividad narrativa para articular la literatura y la ciencia.

2.5 Uso de las TIC

Para lograr la competencia en el uso comprensivo del conocimiento científico, se incorporan tecnologías con diversos objetivos. La plataforma Lucidchart se utiliza de manera interactiva para la construcción de esquemas mentales, permitiendo que cada miembro del grupo edite el archivo simultáneamente bajo la supervisión del docente desde sus dispositivos móviles. Esta herramienta facilita la síntesis de las ideas de los materiales de lectura proporcionados por la microsociedad y el docente en palabras clave o ideas concisas que reflejan el concepto principal. Así, los grupos deben identificar, comprender e interpretar textos científicos, analizar posturas, y construir esquemas mentales grupales acordes al problema planteado por el docente. Además, Padlet se emplea para promover debates entre los grupos, generando un espacio de aprendizaje donde se plantean preguntas iniciales y cada grupo responde con opiniones respaldadas por referencias. Los participantes pueden comentar y responder a las ideas de sus compañeros, creando un entorno interactivo y dinámico para el debate. Este proyecto requiere el uso de teléfonos, computadoras e internet para acceder a Lucidchart, Padlet, Google Formularios y Quizizz.

El docente como organizador del espacio hace presentaciones usando Genially.ly, una herramienta en línea que aporta una excelente interfaz gráfica para presentar datos y contenidos y allí se planifica un foro educativo con problemas ambientales que incentiva la investigación. Estos problemas desde la profundidad que demandan, generan en las microsociedades el espíritu de la búsqueda de información, la socialización de ideas, establecer criterios e interrogantes en oposición y acuerdos, reestructurar opiniones y consensuar los argumentos con los respaldaron las soluciones dadas, que son divulgadas en las herramientas TIC indicadas.

Quizizz es una plataforma digital para la creación de cuestionarios gamificados y competitivos que permite al docente ver en tiempo real el avance que las microsociedades van mostrando en la medida que responden. Ofrece la oportunidad de analizar la estadística de aciertos y desaciertos a nivel grupal e individual, así como también puntualizar en los errores que cada participante obtuvo. Al final el docente y los estudiantes pueden observar con detenimiento los resultados y los porcentajes según el desempeño. Para finalizar, el docente crea un sitio web llamado “cuenteros de la ciencia” para compartir las experiencias de aula ante la comunidad educativa y toda persona interesada en conocer de primera mano este proyecto, así como encontrar reflexiones del docente sobre la sistematización y pensamiento del día a día sobre la formación académica y actualidad, como punto de partida para la generación de espacios dialógicos de construcción (Solano-Barliza *et al.*, 2022).

La intención pedagógica al usar estos medios se enfoca en crear escenarios de interacción académica que potencien el proceso de enseñanza y aprendizaje, generando un ecosistema a la vanguardia de las competencias digitales. Estas competencias, basadas en los estudios de Gisbert y Esteve (2011), “incluyen un conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes en aspectos tecnológicos, informacionales, multimedia y comunicativos, que resultan en una alfabetización digital múltiple y compleja” (p. 48). Esto genera una transformación del aula de un espacio físico interactivo hacia campos de la formación sin fronteras, exigiendo un alto nivel de criticidad en el estudiante en el análisis de los nuevos referentes bibliográficos. Esta responsabilidad demanda mayor capacidad para el empleo de las TIC. Según Rangel y

Peñalosa (2013), el significado de alfabetización digital se entiende como “procesos cognitivos que permiten la adquisición de ciertas capacidades para el empleo de las TIC y el manejo de la información” (p. 13). La adaptación de las plataformas digitales es un requerimiento primordial que el estudiante integra fácilmente; sin embargo, es el docente quien debe proveer estos espacios interactivos a los llamados nativos digitales.

2.6 Procesamiento de la información

Los datos obtenidos de las actividades de la ruta didáctica realizados por las microsociedades, se recopilan utilizando herramientas como Google Formularios y Quizizz. Estas permiten la trazabilidad de todo el proceso de divulgación de información por parte de los estudiantes. Ambas herramientas contribuyen a una mejor comprensión del proceso de aprendizaje y a las tomas de decisiones informadas para mejorar la enseñanza.

3. Resultados

En el desarrollo del proceso pedagógico, las rúbricas se destacan como herramientas fundamentales de valoración para llevar a cabo una evaluación objetiva, con criterios definidos, transparente y coherente con lo abordado, orientada al uso comprensivo del conocimiento científico. En el contexto de una ruta didáctica basada en cuatro problemas, la implementación de las rúbricas permitió valorar de manera específica la secuencia de los problemas, retroalimentándose en los puntos claves durante la realización y socialización de las evidencias de aprendizaje. Por ejemplo, en el primer problema, los criterios se enfocan en valorar la comprensión conceptual, basados en la creatividad gráfica, la expresión oral articulada a los conocimientos específicos de las soluciones químicas.

Aunque el segundo problema se abordó mediante modelación en clase, sólo usando tablero, valorando la aplicación de las fórmulas y procedimiento, este paso fue fundamental para el abordaje por parte de los estudiantes de los problemas tres y cuatro, en cuanto refuerza la importancia de criterios enfocados en la rúbrica argumentativa. Estas, para el tercer problema ha promovido el desarrollo de habilidades críticas, mientras que la del cuarto problema ha valorado la creatividad narrativa científica en la elaboración de un cuento. Estas rúbricas orientan la evaluación hacia objetivos pedagógicos precisos y han generado un ecosistema de aprendizaje reflexivo, autónomo entre las microsociedades, planificadas por el docente.

La tabla 4 presenta resultados de las actividades realizadas dentro de la ruta didáctica que utiliza diversas herramientas tecnológicas para alcanzar logros específicos en la enseñanza en la comprensión teórica y trabajo procedimental argumentativo de soluciones químicas a través del uso de microsociedad científica.

Tabla 4.

Logros asociados a los problemas dispuestos en el proceso pedagógico

Ruta Didáctica	Logros
Problema 1	Demuestran habilidades para explicar los factores que afectan la formación de soluciones y tipos (insaturadas, saturadas y sobresaturadas) en los que modifica variables (temperatura, cantidad de soluto y disolvente).
Problema 2	Demuestran habilidades para analizar el comportamiento de las soluciones químicas de acuerdo a los componentes, factores como la presión y la temperatura en la solubilidad.
Problema 3	Demuestran habilidades argumentativas empleando referentes científicos para fundamentar las opiniones

Fuente: Elaboración propia (2024).

La tabla 4 muestra los logros de los estudiantes en cada una de las actividades propuestas en la ruta didáctica. En el problema 1 debían explicar la formación y clasificación de soluciones, mostrando habilidades en la modificación de variables como temperatura y soluto. En el problema 2, analizar el comportamiento y aplicación de fórmulas de soluciones químicas considerando componentes y factores como presión y temperatura. En el problema 3, desarrollar habilidades argumentativas con fundamentos científicos. Finalmente, en el problema 4, en el que se usa el espacio web de Google Classroom para subir los cuentos, los estudiantes deben demostrar habilidades narrativas aplicadas al método científico en la resolución de problemas.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los 4 (cuatro) problemas de la ruta didáctica, asociados a las rúbricas, (ver Tabla 3) y en los logros (ver Tabla 4), que incluye la evaluación diagnóstica y la puesta en escena de 4 cuatro problemas. Se muestran los datos correspondientes a las 9 microsociedades, detallando la cantidad de aprobados y no aprobados. Además, se analiza la relación entre estas calificaciones y la curva de rendimiento académico general.

Tabla 5.

Las microsociedades aprobadas y no aprobadas. Presaberes y Problemas del 1 al 4.

Microsociedades	Prueba Diagnóstica	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Problema 4
Aprobados	5	9	9	9	9
No aprobados	4	0	0	0	0
Total	9	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia (2024).

El proceso pedagógico seguido en el aula desde el diagnóstico inicial hasta la resolución de los cuatro problemas, mostró un notable progreso en el desempeño estudiantil. Inicialmente, el diagnóstico reveló una división equitativa entre microsociedades aprobadas y no aprobadas, con 5 y 4 respectivamente, destacando la necesidad de identificar áreas de mejora.

Sin embargo, la implementación de la ruta didáctica resultó efectiva puesto que todas las microsociedades aprobaron desde el problema 1 en adelante, manteniendo una tasa de aprobación del 100% en los problemas 2, 3 y 4. Este éxito continuado resalta la importancia de la identificación temprana de necesidades y la aplicación de métodos de enseñanza adaptativos y efectivos. La observación directa participante y la evaluación constante, permitió a las microsociedades recibir retroalimentación oportuna, ajustar sus estrategias de aprendizaje y consolidar su comprensión en cada etapa. Los resultados de la socialización de las evidencias, pueden observarse en la tabla 6.

Tabla 6.

Microsociedades aprobadas y no aprobadas en el proceso de divulgación del conocimiento. Socialización

Microsociedades	Socialización 1	Socialización 3	Socialización 4
Aprobados	7	9	8
No aprobados	2	0	1
Total	9	29	29

Fuente: Elaboración propia (2024).

En la tabla 6 se muestra que, en el proceso de divulgación del conocimiento, en la socialización de los resultados del problema 1, 7 microsociedades aprobaron mientras que 2 no aprobaron, lo que sugiere una tasa de éxito moderada con un margen significativo de mejora. En contraste, la socialización del problema 3 muestra un mejor desempeño, ya que las 9 microsociedades aprobaron, reflejando la eficacia del proceso pedagógico empleado y el alto nivel de comprensión alcanzado por las microsociedades. Por otro lado, en socialización del problema 4, 8 microsociedades aprobaron y 1 no, indicando un buen desempeño general, pero con áreas de oportunidad para aumentar la tasa de éxito. La socialización del problema 2, se hizo de manera directa cuando pasaron al tablero y realizaron los ejercicios, lo que fue diferente a las socializaciones 1, 3 y 4, en la que ellos primero realizaron los problemas, los respondieron usando las instrucciones dadas por el docente y luego procedieron a la socialización de los mismos, usando herramientas TIC.

Teniendo en cuenta el punto de inicio dado por el reconocimiento que se hizo de presaberes, en la que 5 microsociedades aprobaron mientras que 4 microsociedades no lo hicieron, se observa un cambio en el rendimiento, ya que todos los estudiantes aprobaron cada una de las evaluaciones, desde la evaluación 1 hasta la evaluación 4, con 29 aprobados y 0 no aprobados en cada una de ellas.

Este resultado resalta la eficiencia y efectividad del proceso pedagógico implementado. Desde un punto de vista pedagógico, la intervención temprana permitió nivelar los conocimientos de las microsociedades, asegurando que todos estuvieran preparados para las evaluaciones posteriores. La ruta didáctica, la estrategia pedagógica y las herramientas digitales, demostraron ser altamente efectivas.

En la observación del aula durante el desarrollo de la ruta didáctica para el Problema 1, la creatividad se manifestó en los esquemas diseñados para organizar los conceptos claves de las soluciones químicas. Se integraron ejemplos de la vida cotidiana, como la preparación de bebidas con diferentes concentraciones de azúcar para ilustrar la aplicación práctica de estos conceptos.

La organización y cohesión de las microsociedades se evidencia en el manejo del lenguaje científico y en la participación activa tanto de quienes presentaban sus evidencias de aprendizaje como de los compañeros que escuchaban y comentaban durante las presentaciones. La comunicación fue clara y precisa, con un vocabulario científico adecuado y una contribución equitativa de todos los miembros del equipo. Además, se incentivó la participación del público a través de preguntas y ejercicios interactivos que reforzaron los conceptos expuestos. El uso del vocabulario técnico y del tablero se complementó con ejemplos cotidianos, como la preparación de soluciones de limpieza, para conectar los conceptos abstractos con experiencias concretas. Aunque no se detallaron las fórmulas de concentración, se enfatizó su aplicación práctica mediante ejemplos relevantes y experiencias interactivas.

Respecto al problema 2, en términos generales las microsociedades demostraron un notable progreso en la comprensión y manejo en las unidades de concentración de soluciones químicas. Han adquirido la capacidad de comprender el comportamiento de las soluciones bajo diferentes condiciones, concentraciones de acuerdo a sus componentes y factores que los alteran, como la temperatura y la presión. Al analizar problemas científicos, expresan las concentraciones en unidades como porcentaje en volumen, masa, molaridad y molalidad, mostrando aptitudes de resolución procedimental y el análisis crítico de información relevante sobre los ejercicios y los diferentes campos de aplicación industrial, además de una efectiva colaboración en equipo (Solano-Barliza *et al.*, 2023; Solano y Aaron, 2020).

Respecto al problema 3, las microsociedades profundizan en una investigación sobre la emisión de soluciones químicas en estado gaseoso y su impacto en la calidad del aire, buscando información relevante y aplicando conocimientos científicos para formular hipótesis sobre sus efectos en los ecosistemas. Durante este proceso, muestran un fuerte compromiso con el trabajo en equipo, apoyando los roles de los integrantes en la construcción colectiva de ideas mediante el diálogo de saberes y la retroalimentación entre pares académicos. Además, demuestran habilidades analíticas al aplicar unidades físicas y químicas para evaluar los efectos de estas emisiones en los diferentes ecosistemas; marinos, dulceacuícolas, terrestres. Además, al analizar críticamente la información recopilada, debaten sobre los datos más pertinentes para respaldar sus argumentos, a nivel interno de la microsociedad y posteriormente en el aula de forma general, refutando y persuadiendo las diferentes opiniones, valorando la evidencia científica como soporte de los argumentos, para así, lograr articular las propiedades químicas de las soluciones con su impacto en el medio ambiente.

Respecto al problema 4, las microsociedades muestran creatividad al relatar los conceptos relacionados con soluciones químicas, utilizando un enfoque narrativo que hace que estos temas sean más accesibles y atractivos. Además, se introducen en la redacción de literatura científica, desarrollando habilidades para comunicar de manera clara y precisa los resultados de sus investigaciones al aplicar los pasos del método científico. Los problemas ambientales planteados se fundamentan con argumentos de manera lógica, demostrando su capacidad para analizar y abordar fenómenos complejos desde una perspectiva científica. A través de la observación, la generación de hipótesis, la experimentación, los resultados y conclusiones, las microsociedades aprenden a abordar problemas de manera sistemática. Asimismo, aplican conceptos científicos en la solución de problemas prácticos, demostrando su comprensión y habilidad para transferir el conocimiento a situaciones del mundo real. Finalmente, reflexionan sobre los aportes de la ciencia para resolver problemas reales o ficticios mediante la literatura, evaluando su impacto en la sociedad y en el medio ambiente, lo que les permite comprender el papel de la ciencia en la vida cotidiana.

4. Discusión

Las microsociedades representan un enfoque educativo que busca contextualizar el aprendizaje al integrarlo en situaciones relevantes y significativas para ellas, reflejando los problemas y dinámicas sociales en el aula. En el análisis de estas microsociedades en el aula, se identificaron variaciones en la distribución de roles y participación que afectaron la calidad de los resultados finales. Mientras que algunas microsociedades lograron una asignación equitativa de responsabilidades y presentaron un alto nivel de comprensión, otras enfrentaron desequilibrios que impactaron negativamente elementos de su desempeño. Este hallazgo muestra la necesidad de seguir explorando y mejorando el uso de estrategias para asegurar una participación equitativa y efectiva, lo cual es crucial para el éxito en el trabajo colaborativo y el rendimiento grupal (Solano-Barliza *et al.*, 2023; Solano y Aaron, 2020).

El uso de rúbricas en la ruta didáctica basada en cuatro problemas ejemplifica cómo la planificación pedagógica, como la descrita por Olivar y Rodríguez (2024), puede guiar el proceso pedagógico en la interacción docente estudiante y las actividades en el aula, sustentadas desde el análisis de los resultados teniendo en cuenta los diseños estructurales de ellas. Al proporcionar criterios específicos y coherentes, pudieron apoyar el aprendizaje de las microsociedades, facilitando la comunicación y la apropiación de conocimiento entre estudiantes, como destacan (Aarón *et al.*, 2016; Céline, 2007). Al centrarse en la evaluación de habilidades críticas y creativas de las microsociedades, tales como la argumentación y la creatividad narrativa científica en la elaboración del cuento al aplicar el método científico, las rúbricas abordaron parcialmente las carencias fundamentales mencionadas por Castro y Ramírez (2013), quienes identifican deficiencias en capacidades como la formulación de hipótesis e investigación. De esta manera, aunque las rúbricas han proporcionado un marco estructurado que refuerza el desarrollo del uso comprensivo del conocimiento científico y contribuyeron a una evaluación más objetiva, integral y reflexiva del aprendizaje, es necesario identificar de manera equilibrada y profunda como ellas intervienen de manera concreta en cada aspecto que se considera deben mejorar los estudiantes, lo que hace que sea este un elemento valioso para seguir investigando en una triada compuesta por la ruta didáctica, las TIC y las rúbricas de manera articulada.

5. Conclusiones

Las microsociedades como parte integral de la estrategia pedagógica, facilitaron la contextualización del aprendizaje, la construcción colaborativa del conocimiento y el desarrollo de habilidades sociales. Al trabajar en equipos pequeños, las microsociedades pudieron apropiarse de los conceptos de las soluciones químicas, generando un entorno científico en el que se fue escalando de no saber hasta la aplicación práctica del conocimiento, fortaleciendo su curiosidad, creatividad, lógica y objetividad.

Las microsociedades promovieron la construcción de conocimiento compartido a través de un ambiente colaborativo donde los estudiantes interactúan, comparten sus conocimientos previos y experiencias, y construyen colectivamente su comprensión del contenido. Esta metodología, respaldada por teóricos como Roselli (2011), fomentó la construcción colaborativa del conocimiento y el desarrollo de habilidades de convivencia entre los compañeros. Asimismo, el desarrollo de habilidades sociales, como la colaboración, la comunicación efectiva y la resolución de conflictos, a través de la interacción en grupos pequeños, lo que contribuye al éxito académico y a la adaptación a la vida en sociedad.

Por último, se presta atención a la diversidad al adaptar los problemas y asignaciones para satisfacer las necesidades de las microsociedades, considerando sus estilos de aprendizaje y contextos socioculturales. En conjunto, estas características hacen de las microsociedades un enfoque pedagógico que prioriza la contextualización, la colaboración, el desarrollo de habilidades sociales y la atención a la diversidad, creando un ambiente propicio para el aprendizaje significativo y la inclusión educativa.

El ABPr y la ruta pedagógica guiada por la taxonomía de Bloom, demostraron ser altamente efectivas para abordar la competencia uso comprensivo del conocimiento científico. Esta estrategia promovió la formulación de preguntas específicas sobre aplicaciones de teorías científicas, registrar observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas, buscar información en diferentes fuentes, analizarla, expresar puntos de vista, debatir, sacar conclusiones fundamentadas en autores y generar nuevas preguntas, y en lo convivencial, cumplir los roles asignados, respetar las funciones de otras personas, trabajo en equipo.

La ruta pedagógica diseñada basada en la taxonomía de Bloom demostró ser valiosa para guiar al docente de manera reflexiva en la enseñanza y a las microsociedades en un proceso de aprendizaje gradual y significativo. Al dividir el aprendizaje en cuatro niveles progresivos, desde la identificación de conceptos básicos hasta la aplicación creativa de conocimientos en contextos reales, la ruta pedagógica proporcionó una estructura clara y coherente para el desarrollo de habilidades y la adquisición de conocimientos.

La implementación de estrategias pedagógicas y herramientas tecnológicas enriqueció el proceso educativo. La metodología ABPr, junto con herramientas como Google Formularios, Padlet y Quizziz, facilitó la retroalimentación instantánea, la colaboración y la motivación de los estudiantes. Estas herramientas mejoraron la comunicación y la comprensión científica, destacando la importancia de integrar TIC en el aprendizaje. En conjunto, estos enfoques y tecnologías contribuyen significativamente al desarrollo de habilidades multidisciplinares y al fortalecimiento del conocimiento científico en las microsociedades.

El uso de las TIC en el aula proporcionó un entorno propicio para trabajar la competencia el uso comprensivo del conocimiento científico. Las herramientas tecnológicas facilitaron el acceso a la información, la comunicación y la colaboración entre las microsociedades, creando espacios virtuales donde pudieron participar activamente, compartir ideas y retroalimentarse mutuamente, evaluar y reflexionar sobre los aciertos y desaciertos. Esto permitió un aprendizaje más interactivo, motivador y centrado en las microsociedades.

El enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas (ABPr) permitió a las microsociedades explorar las relaciones cuantitativas en soluciones químicas, incluyendo factores como temperatura, presión y cantidades de soluto y solvente. Las microsociedades que lograron un alto porcentaje de aciertos demostraron una capacidad destacada para aplicar procedimientos matemáticos para representar la concentración de soluciones, utilizando conceptos como % en volumen, % en masa, molaridad y molalidad (Pulido, 2019). Esto refleja una comprensión sólida de los conceptos químicos y una capacidad efectiva para aplicar el conocimiento en contextos prácticos

La evaluación se diseñó de manera coherente con los objetivos de aprendizaje, incluyendo preguntas que requerían comprensión, interpretación y análisis de conceptos relacionados con las soluciones químicas y sus variables. Los resultados mostraron un progreso significativo en la comprensión de lectura de las microsociedades, demostrando que el enfoque basado en microsociedades contribuyó a mejorar no solo el dominio de los conceptos científicos, sino también las habilidades de comprensión y análisis de textos científicos.

6. Referencias

- Aarón, M. A., Choles, P. E. y Solano, A. D. (2016). Representación del Proceso Formativo de una institución Etnoeducativa a través de la Técnica del Modelo Gráfico y Descriptivo usando Diagramas de influencia y de Forrester. *Información tecnológica*, 27(3), 81-92. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000300008>
- Bellio, R., Martínez, R. y Pérez, J. (2017). *Trabajos prácticos para el fortalecimiento de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, mediante el concepto propiedades físicas de la materia*. Barranquilla: Fundación Universitaria del Norte
- Bracamonte, R. (2015). La observación participante como técnica de recolección de información de la investigación etnográfica. *Revista Arjé*, 9(17), 132-139.
- Castro, E. (2013). Perspectiva pedagógica sociocrítica, otra forma de concebir la escuela en Colombia. *Quaestiones Disputatae. Tunja-Colombia*, 12, 77-94. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/qdisputatae/article/view/265>
- Castro, S., Guzmán de C. y Belkis (2005). Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje: Una propuesta para su implementación. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 58, 83-102. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140372005.pdf>
- Céline, J. (2007). El conjunto habitacional Las Américas, un laboratorio para la edificación de una microsociedad. *Alteridades*, 17(34), 57-73. <https://acortar.link/4eF1lk>
- Corrêa, S. R. R. (2020). Taxonomía de Bloom Revisada: fundamentação e aplicação na análise de algumas questões de Química. *Current Biotechnology Mens Agitat*, 16, 13-211. <http://hdl.handle.net/123456789/6460>
- Díaz-Barriga, F. (2013). TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 4(10), 3-21. [https://doi.org/10.1016/S2007-2872\(13\)71921-8](https://doi.org/10.1016/S2007-2872(13)71921-8)
- García, M., Porto, M. y Hernandez, F. (2019). El aula invertida con alumnos de primero de magisterio: fortalezas y debilidades. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 17(2), 89-106. <https://doi.org/10.4995/redu.2019.11076>
- Gisbert, M. y Esteve, F. (2011). Digital learners: La competencia digital de los estudiantes universitarios. *La Cuestión Universitaria*, 7, 48-59. <https://polired.upm.es/index.php/lacuestionuniversitaria/article/view/3359>
- González Lillo, E., Jarpa Azagra, M. y López Ferrero, C. (2023). ¿Cómo se Construye la Problematicación en el Aprendizaje Basado en Problemas en Biología? *Revista signos*, 56(112), 234-259. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-09342023000200234>
- Hernández, A. (2005). Qué son las competencias científicas. *Foro educativo nacional: Universidad Nacional*, 1, 1-30.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. (2018). *Guías de orientación*. Icfes Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. Bogotá, D. C., Colombia.

- MEN. (2006). Estandares Básicos por Competencias. *Ministerio de Educación Nacional*. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- Mendieta, J. B. (2021). El aprendizaje basado en problemas para mejorar el pensamiento crítico: revisión sistemática. *INNOVA Research Journal*, 6(2), 77-89. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8226162>
- Morales Bueno, P. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pesamiento crítico, ¿Una relación vinculate? *Revista electronica interuniversitaria de formación del profesorado*, 21(2), 91-108. <https://doi.org/10.6018/reifop.21.2.323371>
- Ojeda, Adelaida D., Solano-Barliza, Andrés D., Ortega, Dany D. y Cañavera, Ana M. (2022). Análisis cuantitativo de un proceso de enseñanza soportado en una estrategia pedagógica de gamificación. *Formación universitaria*, 15(6), 83-92. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000600083>
- Olivar, R. M. y Rodríguez, E. A. J. (2024). Una reflexión sobre estrategias de aprendizaje para estimular la autorregulación del aprendizaje en estudiantes universitarios. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), e42189-e42189. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)189](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)189)
- Parga-Lozano, D. L. y Piñeros-Carranza, G. Y. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Educación química*, 29(1), 55-64. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63683>
- Pulido Villamil, X. C. (2019). *Prácticas de bioquímica y estudios de casos en ciencias de la salud*. Sello Editorial Universidad del Tolima.
- Rangel, A. y Peñalosa, E. (2013). Alfabetización digital en docentes de educación: construcción y pruebas empíricas de instrumentos de evaluación. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 43, 9-23. <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2013.i43.01>
- Rivas, J. I. (1993). *Significación Social del Aula y de la Relación Educativa*. Sociología de la Educación. Barcelona: Barcanova. pp. 167-186.
- Roselli, N. D. (2011). Teoría del aprendizaje colaborativo y teoría de la representación social: convergencias y posibles articulaciones. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 2(2), 173-191. <https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/RCCS/article/view/238>
- Solano, A. D. y Aarón, M. A. (2020). Enseñanza en ingeniería de manera colaborativa a partir de un diseño tecnopedagógico, usando SMILE. *Formación universitaria*, 13(4), 201-210. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000400201>
- Solano-Barliza, A. D., Aarón-Gonzalvez, M. A., Echeverría-King, L. F. y Deluque-Montañó, O. (2022). Democratización del Conocimiento en Tiempos de Pandemia en Docentes. *Human Review*, 14(5). <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.4167>
- Solano-Barliza, A. D., Ojeda, A. D. y Aarón-Gonzalvez, M. (2023). Enseñanza de la analítica de datos usando aprendizaje basado en proyectos colaborativos. *Formación universitaria*, 16(6), 23-32. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062023000600023>
- Tusón, L. (2006). El aula como espacio cultural y discursivo. *Signos. Teoría y práctica de la educación*, 0014-0021.

Vargas, J. D., Arregocés, I. C., Solano, A. D. y Peña, K. K. (2021). Aprendizaje basado en proyectos soportado en un diseño tecno-pedagógico para la enseñanza de la estadística descriptiva. *Formación universitaria*, 14(6), 77-86.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000600077>

Zapata, F. y Rondán, V. (2016). La investigación-acción participativa. *Instituto de Montaña*. Perú, 1-58.

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los/as autores/as:

Conceptualización: Rutto Martínez, Kaled D.; Aaron Gonzalvez, Marlin; **Software:** Rutto Martínez, Kaled D; **Validación:** Solano Barliza Andrés; Aaron Gonzalvez, Marlin; **Análisis formal:** Solano Barliza Andrés; Aaron Gonzalvez, Marlin; **Curación de datos:** Apellidos, Nombres; **Redacción-Preparación del borrador original:** Rutto Martínez, Kaled D.; **Redacción-Re- visión y Edición:** Rutto Martínez, Kaled D.; Aaron Gonzalvez, Marlin **Visualización:** Solano Barliza Andrés **Supervisión:** Solano Barliza Andrés **Administración de proyectos:** Aaron Gonzalvez, Marlin; **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Rutto Martínez, Kaled D.; Aaron Gonzalvez, Marlin; Solano Barliza Andrés.

Financiación: Universidad de La Guajira- Colombia.

Agradecimientos: A la Universidad de La Guajira, por su apoyo para la publicación de este resultado de investigación.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

AUTOR/ES:

Kaled D. Rutto Martínez,
Universidad de La Guajira, Colombia.

Kaled D. Rutto Martínez es estudiante de la Maestría en Pedagogía de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Universidad de La Guajira (Colombia). Estudiante del Máster Universitaria en Investigación, Evaluación y Calidad Educativa de la Universidad de Murcia (España), con un grado en Biología en la Universidad de La Guajira y docente de la Educación Media y Básica Secundaria de Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

krutto@uniguajira.edu.co

Marlin Aaron Gonzalvez
Universidad de La Guajira, Colombia.

Doctora en Proyectos por la Universidad UNINI de México 2024. En 1990 obtuvo el título de Ingeniera de Sistemas de la Universidad del Norte (Colombia), y en 2014 el de Magíster en Pedagogía de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Universidad de La Guajira (Colombia). Sus intereses de investigación incluyen el modelado y simulación de sistemas, la dinámica de sistemas, la pedagogía y el uso de las TIC. Actualmente es profesora de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Guajira (Colombia).

maaron@uniguajira.edu.co

Índice H: 6

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-7882-972X>

Google Scholar: <https://acortar.link/y6fOAg>

Andrés Solano Barliza
Universidad de La Guajira, Colombia.

Profesor de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Guajira (Colombia). Es Ingeniero de Sistemas por la Universidad de La Guajira (Colombia), Especialista en Analítica y Big Data, especialista en informática para el aprendizaje en Red, la magister en Pedagogía de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones por la Universidad de La Guajira (Colombia). Es Doctor en Tecnologías de la información y comunicación y Doctor en Ingeniería Informática y matemáticas de la seguridad. Sus líneas de interés son las Tecnologías aplicada a la educación, inteligencia artificial y sistemas de recomendación.

andresolano@uniguajira.edu.co

Índice H: 6

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-4244-3750>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=m5b-X7UAAAAJyhl=es>