



Exploración de la geodiversidad: diseño de una experiencia didáctica mediada por TIC para estudiantes de ciclo IV en educación secundaria del INEM Francisco de Paula Santander y el Colegio Antonio Villavicencio I.E.D.

María Cristina Martínez Cano

Carlos Andrés López Mayorga

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MEDIADA POR TIC

TUTOR

Marta Isabel Rivas Marín

PROGRAMA

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

UNIVERSIDAD ICESI

FECHA

DICIEMBRE 2025

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	2
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
2.1 Planteamiento del Problema	4
2.2 Pregunta de investigación.....	7
2.3 Objetivos.....	7
2.3.2 Objetivos Específicos	8
2.4 Justificación	8
3. MARCO TEÓRICO.....	10
3.1 Marco Conceptual.....	10
3.1.1. Componente Científico	10
3.1.1.1. Paleontología	10
3.1.1.2 Enseñanza Paleontológica	11
3.1.1.3. Geodiversidad.....	12
3.1.1.4. Enseñanza y Educación en Geodiversidad	13
3.1.1.5. Geología y Tiempo Geológico	15
3.1.1.6. Educación y Geología.....	16
3.1.1.2. Concepción Sobre el Tiempo	17
3.1.2. Componente Educativo.....	19
3.1.2.1. Aprendizaje Significativo	19
3.1.2.2. Aprendizaje cooperativo	20
3.1.2.3. Simulaciones Virtuales.	22
3.1.2.4. Aprendizaje significativo y simulaciones.....	23
4. MARCO METODOLÓGICO	26
4.1 Metodología de investigación.....	26
4.2. Contexto de la investigación.....	26
4.2.1 Contexto Colegio Antonio Villavicencio I.E.D.	26
4.2.2 Contexto INEM Francisco de Paula Santander	29

4.3. Programas Guía de Aprendizaje	31
4.4. Aprendizaje Basado en Proyectos	33
4.5. Programa Guía de Actividades	36
4.5.1. Proceso Evaluativo	38
4.6. Métodos y Técnicas de Recolección	41
4.6.1. Tipo de Muestreo y Selección de la Muestra	41
4.6.2 Instrumentos, Procedimientos y Condiciones para la Recolección y Análisis de la información.	41
4.6.2.1 Consideraciones Éticas para el Registro de Información de Menores de edad.	42
4.6.2.2. Encuesta de Ideas Previas.....	42
4.6.2.2.1. Categorización de Ideas Previas	44
4.6.2.3. Diario de Campo Digital del Docente	50
4.6.2.4. Registro Fotográfico y Audiovisual	52
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
5.1. Resultados Estadísticos Encuesta de Ideas Previas	53
5.1.2. Resultados por categorías de la encuesta de ideas previas	54
5.2. Resultados del Quiz Caminando con Monstruos – sesión 1.2.....	56
5.3. Resultados del análisis del Diario de Campo Digital (Anexo 4)	59
5.4 Reflexión sobre la implementación de la experiencia didáctica	71
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
7. REFERENCIAS	79
ANEXOS	82

Tabla de Ilustraciones

Imagen 1. Ubicación geográfica Colegio Antonio Villavicencio	27
Imagen 2. Vista frontal sede C Colegio Antonio Villavicencio	28
Imagen 3. Ubicación geográfica INEM Francisco de Paula Santander	29
Imagen 4. Entrada principal del INEM Francisco de Paula Santander	30
Imagen 5. Portada de la Encuesta de Ideas Previas	44
Tabla 1. Categorías y subcategorías de análisis para encuesta de ideas previas de los estudiantes	45
Imagen 6. Formato Diario de Campo (López García, 2019)	52
Imagen 7. Gráfico porcentaje participación de estudiantes por institución.....	53
Imagen 8. Gráfico porcentaje de estudiantes participantes por curso e institución.	53
Imagen 9. Portada del Quiz Paseando con monstruos de la sesión 1.2	57
Imágenes 10 a 20. Fotografías implementación sesiones, estudiantes, actividades	61-73

RESUMEN

Este trabajo presenta el diseño, implementación y análisis de una experiencia didáctica mediada por TIC para la enseñanza de la geodiversidad y el tiempo geológico en estudiantes de ciclo IV de dos instituciones educativas públicas de Bogotá: el INEM Francisco de Paula Santander y el Colegio Antonio Villavicencio I.E.D. Desde un enfoque cualitativo-descriptivo, se construyó el programa “Entre Segundos y Eras”, fundamentado en metodologías activas, especialmente Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y trabajo colaborativo, con el fin de favorecer la comprensión de conceptos asociados a paleontología, geología, evolución biológica y transformaciones del planeta a lo largo del tiempo profundo. El proceso de investigación incorporó instrumentos como una encuesta de ideas previas, diario de campo digital y un quiz virtual para la valoración conceptual. Los resultados evidencian dificultades iniciales relacionadas con conectividad, brecha digital y concepciones fragmentadas del tiempo; sin embargo, la integración de simuladores, recursos visuales y actividades interdisciplinarias fortaleció la motivación estudiantil, la participación y la apropiación conceptual progresiva. El análisis comparado entre ambas instituciones muestra que, pese a las limitaciones técnicas, la estrategia didáctica es adaptable, replicable y pertinente para la enseñanza de las geociencias en contextos escolares con recursos heterogéneos.

Palabras clave: geodiversidad, tiempo geológico, TIC en educación, aprendizaje basado en proyectos, enseñanza de las ciencias, educación secundaria.

ABSTRACT

This study presents the design, implementation, and analysis of a technology-mediated didactic experience for teaching geodiversity and geological time to ninth-grade students from two public schools in Bogotá: INEM Francisco de Paula Santander and Colegio Antonio Villavicencio I.E.D. Using a qualitative–descriptive approach, the program “Between Seconds and Eras” was developed based on active learning methodologies—particularly Project-Based Learning (PBL), gamification, and collaborative work—to support the understanding of concepts related to paleontology, geology, biological evolution, and Earth’s long-term transformations. Data collection included a prior-knowledge survey, a digital field diary, and a virtual quiz used for conceptual assessment. The results reveal initial challenges associated with connectivity issues, digital gaps, and fragmented conceptions of time; nevertheless, the integration of simulators, visual resources, and interdisciplinary activities fostered student motivation, active participation, and progressive conceptual development. Comparative analysis between the two educational settings indicates that, despite technical limitations, the didactic strategy is adaptable, replicable, and pedagogically relevant for teaching geosciences in school contexts with heterogeneous technological conditions. **Keywords:** geodiversity, geological time, educational ICT, project-based learning, science education, secondary education.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de grado es el resultado de un camino compartido, construido con esfuerzo, paciencia, preguntas constantes y profundas convicciones sobre la educación. Hoy, al llegar a esta meta, deseamos expresar nuestra gratitud a todas las personas e instituciones que hicieron posible este proceso.

A nuestras familias, quienes han sido guía, apoyo incondicional y ejemplo permanente de dedicación. Su confianza y acompañamiento silencioso, pero firme, nos dieron la fortaleza necesaria para avanzar incluso en los momentos más exigentes.

A nuestra directora de tesis, María Isabel Rivas Marín, por su orientación académica, su rigor intelectual y su calidad humana. Su mirada experta y sus recomendaciones oportunas fueron fundamentales para dar claridad y sentido a este proyecto.

A cada docente que nos mostró su apoyo, acompañamiento y disposición, estamos sumamente agradecidos. Extendemos nuestro agradecimiento al Programa de Maestría en Educación Mediado por TIC de la Universidad ICESI, por brindarnos un espacio de formación que nos permitió transformar nuestra práctica docente, cuestionar nuestras propias certezas y abrir nuevas posibilidades pedagógicas.

A las instituciones INEM Francisco de Paula Santander y el Colegio Antonio Villavicencio I.E.D. A sus directivos, docentes y especialmente a los estudiantes de ciclo IV, quienes con su interés, curiosidad y participación dieron vida a esta experiencia didáctica.

A nuestros niños gatunos John, Yuli, Linx y Zoe, por acompañar las horas de trabajo y los fines de semana dedicados.

A todos, gracias por acompañarnos en este camino formativo y personal. Este logro es una construcción colectiva que hoy celebramos con profundo reconocimiento.

1. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo la enseñanza de las ciencias ha tenido cambios fundamentales, estos a su vez transforman el proceso de investigación, diseño y reconstrucción del conocimiento. Los medios por los cuales se llega a determinar, explorar e identificar hallazgos científicos, cambian, y van de la mano con las innovaciones tecnológicas. Como los avances en las TIC, donde la intervención constante de nuevas herramientas como la inteligencia artificial, las redes sociales, simuladores y videojuegos han permitido que los estudiantes accedan e interactúen de forma diferente con la información y el proceso de construcción del conocimiento.

Esto a su vez, genera retos para que el proceso de enseñanza de las ciencias naturales sea adecuado y asequible en el marco de la quinta revolución tecnológica, en cada una de las escuelas del planeta. La dificultad más desafiante no corresponde a la relación del docente con esta tecnología, se refiere a los procesos, la construcción de estrategias que usen no solo cierto tipo de TIC, si no que permitan al estudiante lograr acceder a un conocimiento científico a la par de los avances constantes que se dan en el mundo, a pasos impredecibles.

Desde esta perspectiva, las ciencias naturales, permiten identificar las interacciones que se dan entre los seres humanos y el ambiente del cual hacen parte como especie; en especial el impacto que generan cuando moldean el espacio para su conveniencia, produciendo cambios estructurales, funcionales en los biomas y ecosistemas del planeta, generando procesos de extinción y poniendo riesgo su propia supervivencia.

Por ello es necesario incluir la enseñanza de un concepto que engloba temáticas relacionadas con estas problemáticas. En este caso la enseñanza de la diversidad biológica siempre se ha mostrado en tiempo presente, se les explica a los estudiantes las diversas especies en la naturaleza desde la taxonomía y fisiología, su importancia ecológica y algunos conceptos relacionados, pero no siempre se genera una conexión entre estos, cada uno va encaminado a responder un estándar o un derecho básico de aprendizaje que se materializa en las mallas curriculares. Por ello, incluir la temática de geodiversidad mediada por las TIC en el aula regular o inversa, permite a los estudiantes comprender los cambios desde una nueva perspectiva más cercana a su realidad.

Por otro lado, no se enfatiza ni se relaciona la necesidad de la comprensión e identificación del cambio climático como una realidad no solo actual, sino continua en el planeta que está generando daños irreparables e irreversibles por su aceleración mediante la acción antrópica. Al no ser abordado en la escuela como eje fundamental en la ciencia naturales, al final los estudiantes continúan generando las mismas dinámicas que alteran los biomas y ecosistemas donde viven, lo cual no permite que a futuro se generen procesos de mitigación y adaptación reales.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Planteamiento de Problema

Es importante determinar el concepto más cercano que permite la enseñanza de la biodiversidad a través del tiempo geológico, sus interacciones, cambios geofísicos del planeta tierra, con el fin de desarrollar una visión espacio temporal de las problemáticas ambientales globales en el pasado, presente y futuro del planeta, generando una reflexión a partir de la comparación.

El término **geodiversidad** es relativamente reciente y actualmente se presentan muchas definiciones, algunas enfatizan los elementos geológicos, otras incluyen conceptos geográficos y culturales. Para esta propuesta utilizaremos estos referentes: Según (Nieto, 2001, como se citó en Carcavilla, L. 2008) **geodiversidad** es: “el número y variedad de estructuras sedimentarias, tectónicas, materiales geológicos (minerales, rocas, fósiles y suelos), que constituyen el sustrato de una región, sobre las que se asienta la actividad orgánica, incluida la antrópica”. Aquí se enfatiza la acción antrópica como parte de los procesos de cambio y transformación en el planeta.

Según (Gray, 2004 citado por Carcavilla, L. 2008) considera que la **geodiversidad** es “el rango natural de diversidad de rasgos geológicos (rocas, minerales y fósiles), geomorfológicos (formas del terreno y procesos) y suelos, incluyendo sus relaciones, propiedades, interpretaciones y sistemas”. Esta definición enfatiza el componente geológico y los procesos de cambio a través del tiempo.

Así mismo, Kozlowski (2004, citado por Carcavilla, L. 2008) define que la **geodiversidad** es “la variedad natural de la superficie terrestre, referida a aspectos geológicos y geomorfológicos, suelos, aguas superficiales, así como otros sistemas creados como resultado de procesos naturales (exógenos y endógenos) y la actividad humana”. Para Kozlowski la geodiversidad se refiere a un conjunto de esferas interrelacionadas: atmósfera, litosfera, morfosfera, pedosfera, hidrosfera y biosfera.

Es importante mencionar las implicaciones de la enseñanza de temáticas relacionadas con la geodiversidad en las escuelas, teniendo en cuenta que, en este sentido, García (1998, citado por Zamalloa, T. et al. 2014) “...señala la imposibilidad de una observación directa de los fenómenos geológicos, la inmutabilidad de lo que se observa o la incapacidad del alumnado por integrar la geología en el funcionamiento global del planeta”. Este detalle hace hincapié en la dificultad de los estudiantes para comprender la importancia de las temáticas de geodiversidad en su contexto cercano.

Desde esta perspectiva, Zamalloa, T. et al. (2014) manifiesta que un obstáculo difícil de superar es que estos contenidos son poco atractivos y motivantes para los estudiantes, alegando que también han sido relegados y poco incluidos en los currículos; tanto por su especificidad, como también por priorizar otras temáticas relacionadas con el presente, que puede ser observado por los estudiantes.

Aun así, es necesario comprender la importancia de la variación espaciotemporal de las temáticas relacionadas a la geodiversidad, como lo mencionan Carrión Mero, P et al. (2018). “...los conceptos de biodiversidad, geodiversidad, y la aparición de términos como Reserva de la Biosfera, Patrimonio Mundial y Geoparque... a lo largo del tiempo, para la preservación de lugares geológicos, mineros, aspecto cultural y humano, que han tenido

dificultades para sobrevivir en un mundo tan cambiante como el nuestro”. Lo que demuestra la importancia del contexto social de las instituciones educativas, para que pueda lograrse una enseñanza adecuada de estas temáticas y a la vez una apropiación y construcción de conocimientos por parte de los estudiantes.

Desde la experiencia como docentes de aula, se han abordado temáticas relacionadas con la geodiversidad durante los últimos 15 años, teniendo en cuenta los estándares curriculares en ciencias naturales para ciclo IV (octavo y noveno) del MEN (2004), donde se señala como estándar para este ciclo: “Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos”. Se observa, la necesidad de diseñar propuestas de enseñanza mediadas por TICS para abordar la geodiversidad en relación con la realidad actual de los ecosistemas en riesgo a nivel nacional.

Comprender los procesos geológicos y evolutivos de los seres vivos y su relación con las problemáticas ambientales actuales, es de vital importancia para generar procesos de aprendizaje, donde los estudiantes reconozcan el cambio y transformación de los ecosistemas a través del tiempo geológico.

Esta experiencia didáctica se enmarca principalmente desde la investigación cualitativa, se evaluó el diseño didáctico que se enfoca hacia la enseñanza de la geodiversidad en dos contextos escolares particulares, mediados por la TIC para diseñar recursos y actividades, que acompañan el trabajo presencial y experiencial en el aula de clase.

En síntesis, el reto se enmarca en la construcción y evaluación de una experiencia didáctica mediada por TIC, que facilite la enseñanza de la geodiversidad, permitiendo a los

estudiantes comprender los procesos de cambio ambiental y su relación con la acción antrópica.

Las dificultades propias de estos contenidos, su nivel de abstracción, poca presencia en el currículo y la limitada motivación estudiantil, exigen propuestas pedagógicas innovadoras que acerquen estos fenómenos a la realidad escolar. En este sentido, el problema se orienta a determinar cómo una estrategia educativa apoyada en tecnologías puede fortalecer la comprensión espacio-temporal de los estudiantes de ciclo IV y contribuir a una lectura crítica de la transformación de los ecosistemas a lo largo del tiempo.

2.2 Pregunta de Investigación

¿Cómo una experiencia didáctica mediada por TIC puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la geodiversidad, en estudiantes de ciclo IV de secundaria en el INEM Francisco de Paula Santander y el Colegio Antonio Villavicencio I.E.D.?

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Evaluar una experiencia didáctica mediada por TIC para abordar la enseñanza y el aprendizaje de la geodiversidad para estudiantes de ciclo IV de secundaria en el INEM Francisco de Paula Santander y el Colegio Antonio Villavicencio I.E.D.

2.3.2. Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico para identificar ideas previas de estudiantes de ciclo IV de secundaria del INEM Francisco de Paula Santander y de la I.E.D Antonio Villavicencio relacionadas con el concepto de geodiversidad.

- Diseñar una experiencia didáctica mediada por TIC para abordar la enseñanza y el aprendizaje de la geodiversidad para estudiantes de ciclo IV de secundaria en el INEM Francisco de Paula Santander y el colegio Antonio Villavicencio I.E.D.
- Implementar una experiencia didáctica mediada por TIC para abordar la enseñanza y el aprendizaje de la geodiversidad para estudiantes de ciclo IV de secundaria en el INEM Francisco de Paula Santander y el colegio Antonio Villavicencio I.E.D
- Analizar los resultados obtenidos en la implementación de una experiencia didáctica mediada por TIC para abordar la enseñanza y el aprendizaje de la geodiversidad para estudiantes de ciclo IV de secundaria en el INEM Francisco de Paula Santander y el colegio Antonio Villavicencio I.E.D.

2.4 Justificación

La escuela es un lugar en donde los estudiantes tienden a comprender los fenómenos naturales en tiempo presente, en este sentido la enseñanza de las ciencias naturales busca generar un pensamiento crítico, reflexivo y situado, pero a su vez no tiene las herramientas suficientes para lograr un aprendizaje significativo y contextualizado en la escala del tiempo geológico; ya que las problemáticas actuales son producto de procesos ambientales y geológicos de millones de años, que también se relacionan con la acción antrópica sobre la biosfera terrestre y que se encuentran en constante transformación y cambio.

En el caso particular de las temáticas relacionadas con la geodiversidad en las escuelas, de acuerdo con García (1998, citado por Zamalloa, T et al. 2014) “... la imposibilidad de una observación directa de los fenómenos geológicos, la inmutabilidad de

lo que se observa o la incapacidad del alumnado por integrar la geología en el funcionamiento global del planeta”. Esto requiere, el diseño de una experiencia didáctica mediada por TIC para la enseñanza y el aprendizaje de la geodiversidad, que permita a los estudiantes relacionar los cambios ambientales actuales con los procesos geológicos del pasado y el presente; sucesos de los cuales se puede aprender y reconocer que cambios se requieren realizar para adaptarse como especie, conservar y preservar la biodiversidad actual, así como buscar un desarrollo sostenible que permita la supervivencia de la civilización a futuro, no sólo es pertinente, sino necesaria en la educación básica secundaria.

La experiencia didáctica mediada por TIC para la enseñanza de la geodiversidad se diseñó específicamente para estudiantes de algunos cursos o secciones de grado noveno (ciclo IV) de básica secundaria, pertenecientes a dos instituciones públicas de Bogotá (INEM Francisco de Paula Santander y Colegio Antonio Villavicencio I.E.D.) en la modalidad de educación formal y presencial en la jornada tarde.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco Conceptual

3.1.1. Componente Científico.

3.1.1.1. Paleontología

Uno de los conceptos centrales de esta propuesta educativa corresponde a la paleontología, para Gonçalves, R. y Machado, D. (2005) se define como "la ciencia que estudia los fósiles, restos o vestigios de los organismos y de las huellas de sus actividades biológicas conservadas en las rocas.", además es una de las disciplinas que llaman más la atención de los estudiantes en básica primaria, aunque no se trabaje directamente el currículo de secundaria y media.

Así mismo, Gonçalves, R. y Machado, D, (2005) mencionan: "...la paleontología como un campo de la biología, es el soporte para el estudio de la evolución biológica, la biogeografía histórica y la biodiversidad. En geología, proporciona datos para el conocimiento de la historia geológica del planeta, datación e interpretación de los ambientes del pasado y sirve de apoyo a la geología económica y medioambiental". Por ello, incluir en esta propuesta, algunas temáticas de la paleontología básica, permite a los estudiantes evidenciar la importancia de la interdisciplinariedad para comprender los fenómenos naturales, ya que requieren aplicar sus conocimientos relacionados con la historia, la geografía y el pensamiento lógico matemático.

También ayuda a los estudiantes a comprender que "la evolución sería algo que tuvo lugar, sin demasiadas explicaciones, debido a cambios graduales y procesos hereditarios, mostrando que la desaparición de una forma de vida da lugar a la aparición de

otra (...) y que el concepto de extinción se aplica de manera correcta a los animales que desaparecieron hace millones de años, como los dinosaurios y los tigres dientes de sable” (Gonçalves & Machado, 2005). Lo cual es fundamental para integrar las temáticas de genética con los procesos evolutivos y su relación con los cambios ambientales.

3.1.1.2 Enseñanza Paleontológica

Colombia tiene un gran potencial para el estudio paleontológico, en especial por su ubicación geográfica y la riqueza de sus yacimientos, especialmente en fósiles marinos. No obstante, el patrimonio paleontológico es poco valorado o conocido por la población general, desde esta perspectiva, para Gonçalves, R. y Machado, D. (2005): "La paleontología, al contener en sus fundamentos tanto conceptos geológicos como biológicos, permite al ser humano una mejor comprensión de las transformaciones por las que pasan o pasaron el planeta Tierra y sus seres vivos. (...) el dominio de estos conocimientos básicos ayuda al público (...) a reconstruir su noción del espacio y del tiempo." Lo anterior es fundamental, para generar cambios en los procesos de conservación y estudio del patrimonio paleontológico, que también implica visibilizar los cambios que se presentaron en el territorio colombiano a través del tiempo geológico.

Sin embargo, como lo señalan Gonçalves, R. y Machado, D. (2005) "A pesar de su importancia científica y educativa, la paleontología no es muy conocida y, en general, se confunde con la arqueología o se reduce al estudio de los dinosaurios (fósiles más conocidos)." Y en Colombia, aún es más desafiante ya que a pesar de tener un gran potencial paleontológico y los fósiles de reptiles marinos más grandes del mundo, aún hay mucho que hacer desde la escuela para utilizar y visibilizar este patrimonio en el aula de clase utilizando las TIC como mediador.

3.1.1.3. Geodiversidad

Es el concepto fundamental y base para el diseño de la experiencia educativa que se pretende construir, pero que no se referencia en ninguno de los estándares curriculares y derechos básicos de aprendizaje del MEN. Para Gris, (2004) “la geodiversidad se refiere al rango natural (diversidad) de características geológicas (rocas, minerales, fósiles), geomorfológicas (forma de relieve, procesos) y del suelo, así como sus ensamblajes, relaciones, propiedades, interpretaciones y sistemas”, es un concepto muy complejo donde confluyen todas las áreas del conocimiento.

También se describe como “la diversidad que proviene de la naturaleza misma (entorno físico-geográfico) y de los procesos sociales, como producción, asentamiento y circulación (el ser humano y sus actividades)” (Rojas López, 2005). Rompe con la concepción antropocéntrica del ser humano e incluye a este como una especie más dentro de los ecosistemas naturales, aunque con la capacidad de modificarlos y generar cambios que afectarán su propia supervivencia a lo largo del tiempo.

Es importante señalar que: "La suma de la geodiversidad y la biodiversidad constituye la megadiversidad, siendo esta última una representación de los países más ricos en recursos naturales” (Carrion Mero, et al. 2018). Por ello, Colombia se considera un país megadiverso, donde de acuerdo con el SIB (Sistema de Información sobre Biodiversidad) del Instituto Humboldt actualmente una de cada diez especies conocidas en el planeta habita en su territorio. Así mismo, ocupa el primer lugar en diversidad de aves, orquídeas y mariposas; el segundo en variedad de anfibios, peces dulceacuícolas, palmas y murciélagos; y el sexto en variedad de mamíferos. En total se ha registrado la observación a la fecha de

79.828 especies. Sin contar, con las ya extintas que habitaron su territorio y que configuran el patrimonio paleontológico del país y los paleoambientes de su pasado geológico.

Como lo describen Serrano y Ruiz, (2007) "el concepto de geodiversidad ha evolucionado de una visión restrictiva que identificaba sólo la diversidad geológica, hacia una perspectiva integradora que relaciona geodiversidad, patrimonio geológico y sostenibilidad". Por ello, se constituye en un elemento clave para el desarrollo de estrategias de conservación y uso sostenible, que necesariamente están mediadas por procesos educativos y de enseñanza que requieren de la inclusión de las TIC en los procesos de formación presencial, especialmente en el marco de la educación formal a nivel de básica secundaria, no sólo para comprender la geodiversidad actual, sino como está es resultado de la transformación de los paleoambientes.

Así mismo, como lo argumenta Carcavilla et al. (2008) "la geodiversidad está estrechamente vinculada al patrimonio geológico y minero, destacándose su valor científico, cultural y educativo, así como su papel en la concienciación ambiental". Esto requiere un cambio de paradigma educativo, donde se evidencien los cambios a través del tiempo geológico, enfatizando la acción antrópica que modifica y continúa remodelando la estructura actual de la biosfera en el planeta.

3.1.1.4. Enseñanza y Educación en Geodiversidad

Para el caso de la enseñanza de la geodiversidad se encuentran serios vacíos, ya que hay poca información a nivel de secundaria y el manejo que tienen los docentes de ciencias naturales y sociales respecto al tema no siempre es el adecuado, ya que es un complejo

grupo de diversos conceptos que se desarrollan normalmente de forma individual, muchas veces sin relación entre ellos o evidencia real para los estudiantes.

Además, la temática de geodiversidad no siempre hace parte de mallas curriculares o planes de área de las instituciones educativas de forma clara o precisa, aun así, es importante mencionar qué para Sanz J, Zamalloa, et al. (2012) “la integración de georecursos locales en la práctica educativa mejora la enseñanza de las ciencias de la Tierra y añade valor al patrimonio geológico del entorno”. Por esto, es fundamental en la escuela describir, relacionar, identificar y desarrollar procesos de enseñanza relacionados con el patrimonio geológico que se encuentra alrededor de las diferentes comunidades que hacen parte de las instituciones, ya que permite a los estudiantes reconocer y valorar los hallazgos.

Aunque Sanz J, Zamalloa, et. al. (2012) afirman que “el trabajo práctico y las salidas de campo ofrecen un enriquecimiento insustituible para la observación de fenómenos geológicos en su contexto natural, conectando directamente a los estudiantes con el contenido”. La realidad en las instituciones educativas públicas es que no siempre se cuentan con los recursos económicos para visitar entornos naturales, en especial en las escuelas urbanas; por esto incluir las TIC como mediadoras permite ampliar el ambiente de aprendizaje, para que los estudiantes puedan conocer y visitar diferentes lugares de importancia paleontológica desde el aula de clase o en sus casas.

Uno de los retos de los procesos de enseñanza relacionados a la geodiversidad, tiene que ver con la forma en que los estudiantes identifican e interpretan su entorno, por ello teniendo en cuenta que Sanz J, Zamalloa, et al. (2012) explican que “es necesario fomentar la educación y la formación para la conservación y uso sostenible de la geodiversidad y del

patrimonio geológico desde la etapa de Educación Secundaria”. Ya que es necesario fundamentar a los estudiantes, en los conceptos básicos para comprender la geodiversidad, la importancia de la conservación y el uso sostenible de los recursos, así como en la necesidad de proteger el patrimonio geológico colombiano.

Quizá una de las dificultades que tienen las instituciones públicas nacionales o distritales, corresponde a la desconexión entre los conceptos relacionados con el pasado geológico y su relación con el ser humano a través del tiempo, como lo mencionan Sanz J, Zamalloa, et. al. (2012) “la geodiversidad no solo representa los elementos físicos del entorno, sino que también cuenta historias geológicas que conectan a los humanos con la evolución del planeta. Esto la convierte en una herramienta pedagógica valiosa en la enseñanza de las ciencias de la Tierra”. Esto implica un reto educativo, que busca conectar los procesos evolutivos, los cambios en los paleoambientes y acción antrópica a través del tiempo geológico.

3.1.1.5. Geología y Tiempo Geológico

Actualmente en la enseñanza de la geología a nivel de secundaria, la enseñanza del concepto de tiempo y escala de tiempo geológico requiere del desarrollo previo de habilidades lógico-matemáticas para el manejo de escalas de medida y conversiones, para las cuales los estudiantes presentan dificultades.

Para Ruiz, P. B., & Pedrinaci, E. (1994). “en geología el tiempo es sumamente importante, pues la teoría del uniformismo [...] establece de manera muy sencilla, que las leyes físicas, químicas, biológicas, que actúan hoy, lo han hecho también en el pasado geológico, o lo que es lo mismo, que todos los procesos que están ocurriendo hoy día y que

afectan el modelado terrestre también actuaron en él”. Por ello, es necesario fundamentar a los estudiantes, ya que esto permite construir el hilo conductor para comprender los sucesos que moldearon la biodiversidad actual, pero al mismo tiempo evidenciar los cambios en las formas de vida a través del tiempo, sin olvidar que los procesos de transformación son continuos.

3.1.1.6. Educación y Geología

La enseñanza de la geología en la educación secundaria es fundamental para responder a las necesidades de las comunidades, la sociedad y el país. En este sentido, Ruiz y Pedrinaci (1994) señalan que “es necesario elevar la docencia de la geología a los niveles que las comunidades, la sociedad y el país nacional reclaman, generando una geología que ponga en sintonía lo cotidiano, lo mediático y lo curricular”. Esto resalta la importancia de diseñar estrategias pedagógicas que conecten el conocimiento geológico con situaciones reales y cotidianas, permitiendo a los estudiantes comprender mejor su entorno y tomar decisiones informadas frente a los retos ambientales y sociales actuales.

Según Ruiz y Pedrinaci (1994), “el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geología debe permitir a los estudiantes desarrollar una visión de conjunto acerca de cómo funciona la Tierra; una perspectiva temporal de los cambios profundos que han afectado al planeta y a los seres vivos que lo han poblado”. No se trata solo de enseñar o aprender geología, sino de propiciar una comprensión más profunda sobre la composición y el funcionamiento del planeta. Para que los estudiantes puedan, identificar los cambios a lo largo del tiempo geológico, comprender cómo los seres vivos se han adaptado o no a estos y analizar las sus

consecuencias en la distribución, las relaciones y la competencia entre las especies a lo largo de la historia geológica del planeta.

Uno de los aspectos clave de la enseñanza de la geología no radica únicamente en la práctica, sino también en la forma en que se muestran los procesos geológicos. Ruiz, P. B., y Pedrinaci, E. (1994) señalan que “es indispensable que en la práctica docente de la geología se incorporen tanto los elementos que día a día se vislumbran a través de los diversos medios de comunicación, como los conocimientos empíricos que los saberes comunitarios pueden proporcionar”. Por ello, es fundamental que las actividades diseñadas para los estudiantes consideren sus ideas previas sobre los temas abordados y, además, tengan en cuenta las particularidades de las comunidades en las que viven o se ubican las instituciones educativas.

Estas, en muchos casos, pueden poseer un conocimiento valioso sobre la conservación, el cuidado o la preservación de su entorno, lo cual podría estar estrechamente vinculado a un pasado geológico significativo para los seres vivos.

3.1.1.2 Concepción Sobre el Tiempo

La comprensión del tiempo constituye un eje fundamental para el estudio de los fenómenos naturales y geológicos, especialmente cuando se aborda desde procesos educativos mediados por TIC. Según Gould (1987), el tiempo no debe entenderse como una simple secuencia lineal de momentos o sucesos, sino como una construcción conceptual compleja que integra dimensiones biológicas, culturales y geológicas. Para Gould, la interpretación humana del tiempo está mediada por marcos simbólicos y narrativos que

buscan dar sentido a los cambios observados en la naturaleza, lo que él denomina “mitos y metáforas” que orientan la comprensión cotidiana y la percepción del tiempo.

Para la enseñanza en las ciencias naturales, la propuesta de Gould evidencia la distancia entre el **tiempo humano**; limitado por la experiencia diaria y el **tiempo profundo**; una escala temporal que caracteriza los procesos de cambio y evolución de la tierra a través de millones de años. Según Gould (1987), la mente humana no está naturalmente equipada para comprender de manera intuitiva magnitudes temporales tan amplias, lo que genera dificultades en el aprendizaje del tiempo geológico. Esta brecha cognitiva explica por qué los estudiantes suelen recurrir a modelos simplificados, analogías o imágenes cercanas para representar procesos que exceden su vida cotidiana.

Así mismo, Gould (1987) señala que los procesos naturales operan a ritmos múltiples, definidos por lo que él denomina “*relojes naturales*”, como la deposición de sedimentos, la erosión, la evolución biológica o los ciclos climáticos. Este enfoque resulta pertinente para la enseñanza mediada por TIC, ya que permite introducir recursos digitales como simuladores, líneas de tiempo interactivas, modelos 3D o visualizaciones multiescala que favorecen la comprensión de fenómenos lentos, acumulativos o discontinuos que no son directamente observables en el aula, y que permiten visualizar los paleoambientes y evidenciar los procesos de transformación y cambio a través de millones de años.

La concepción del tiempo propuesta por Gould (1987), aporta un marco sólido para analizar las ideas previas de los estudiantes sobre la percepción del tiempo, el tiempo geológico y la geodiversidad. Su énfasis en la complejidad temporal, la distancia entre lo vivido y lo geológico, y la necesidad de construcción de modelos conceptuales permite fundamentar propuestas pedagógicas apoyadas en TIC que faciliten la representación,

exploración y visualización del tiempo profundo, permitiendo el desarrollo de un pensamiento científico más preciso, crítico y relacionado con procesos actuales como el cambio climático global.

3.1.2. Componente Educativo

3.1.2.1 Aprendizaje Significativo

Actualmente, existe la necesidad de fomentar en los estudiantes un aprendizaje significativo que se adapte a los conceptos y contextos, tanto sociales como institucionales. Este tipo de aprendizaje se desarrolla de manera diferente según las circunstancias, requiriendo procesos de acompañamiento específicos que consideren la diversidad de la población, los ritmos y estilos de aprendizaje, conocimientos previos o de condiciones particulares.

En el caso del área de ciencias naturales, Silva, A. G. (2014) señala que “el aprendizaje significativo vivencial es un proceso a través del cual los estudiantes construyen sus propios conocimientos, adquieren habilidades y realizan valoraciones, directamente desde la experiencia a través de la actividad en el entorno natural y sociocultural de su contexto de actuación escuela-comunidad”.

Esto se observa constantemente cuando los estudiantes, mediante diversas actividades o prácticas propias del área, construyen, relacionan o ponen a prueba los conocimientos adquiridos. Este proceso dinámico permite a los estudiantes reconstruir, a través de comparaciones, tanto sus experiencias como los conocimientos que adquieren de manera continua en el área de ciencias naturales.

Otro punto fundamental, está relacionado con la manera en que los estudiantes pueden identificar y construir nuevos conocimientos. En este sentido, surge la necesidad de implementar la resolución de problemas en el área de ciencias naturales, ya que, según Silva, A. G. (2014), “...permite las condiciones para que los estudiantes logren aprendizajes significativos, dinamizando la formulación de interrogantes de vida y estructurando unidades de trabajo académico que convocan al estudio y la investigación desde una estrecha relación con las necesidades, sentimientos y urgencias de la vida cotidiana”.

Este enfoque se observa cuando los estudiantes desarrollan actividades que les permiten aplicar conceptos de forma constante. En el área de ciencias, la resolución de problemas es una estrategia fundamental, ya que, a través de preguntas problema, los estudiantes no solo aplican conceptos, sino que también diseñan estrategias adecuadas para encontrar soluciones adaptadas a su contexto.

3.1.2.2 Aprendizaje cooperativo

La cooperación en el aprendizaje se basa en la capacidad de los estudiantes para trabajar en conjunto y alcanzar objetivos compartidos. En este sentido, Johnson, Johnson y Smith (1998) afirman que “...en una situación cooperativa, los individuos procuran obtener resultados beneficiosos para ellos mismos y para los demás miembros del grupo”. Este enfoque no solo promueve la interacción y el apoyo mutuo, sino que también permite que los logros individuales estén alineados con el éxito del grupo, generando un ambiente de aprendizaje colaborativo efectivo.

Así mismo, según Johnson, Johnson y Smith (1998), “los cinco elementos básicos son: interdependencia positiva, responsabilidad individual y grupal, interacción

estimuladora, enseñanza de prácticas interpersonales y grupales, y evaluación grupal”.

Estos componentes garantizan el éxito del aprendizaje, la interdependencia positiva motiva a los estudiantes a trabajar juntos hacia un objetivo común, mientras que la responsabilidad individual y grupal asegura que cada miembro contribuya de manera equitativa. Además, la interacción estimuladora fomenta el diálogo constructivo, la enseñanza de habilidades interpersonales fortalece la cohesión del grupo y la evaluación grupal permite reflexionar sobre el progreso colectivo.

Las investigaciones han demostrado los beneficios del aprendizaje cooperativo frente a otros métodos. Johnson, Johnson y Smith (1998) destacan que “a partir de las investigaciones existentes, sabemos que la cooperación comparada con métodos competitivos e individualistas da lugar a un rendimiento más elevado, mejores relaciones entre alumnos y una mayor salud mental”. Este enfoque mejora los resultados académicos, fomenta relaciones interpersonales más sólidas y un entorno emocional saludable, factores esenciales para el desarrollo integral de los estudiantes.

En este sentido, para Johnson, Johnson y Smith (1998), “el aprendizaje cooperativo es un cambio básico en la estructura organizativa que afecta todos los aspectos de la vida en el aula, reemplazando un modelo de producción en masa por otro basado en el trabajo en equipo y el alto rendimiento”. Este modelo transforma radicalmente la dinámica educativa al priorizar el trabajo en equipo como eje del aprendizaje. En lugar de seguir una enseñanza uniforme y centrada en el docente, fomenta un entorno participativo donde los estudiantes asumen un rol activo en su proceso educativo.

El aprendizaje cooperativo se organiza en distintos tipos de grupos según sus objetivos y duración. Johnson, Johnson y Smith (1998) explican que “...comprende tres

tipos de grupos: formales, informales y de base cooperativa, cada uno con objetivos y duraciones específicas para apoyar la dinámica del aprendizaje”. Los grupos formales se enfocan en tareas específicas planificadas por el docente, los informales son temporales y responden a actividades breves, mientras que los grupos de base cooperativa promueven relaciones permanentes para el apoyo continuo entre estudiantes.

El docente en el aprendizaje cooperativo juega un rol multifacético que es esencial para el éxito del proceso. Como señalan Johnson, Johnson y Smith (1998), “el rol del docente ... es multifacético: incluye diseñar tareas, supervisar grupos, evaluar el aprendizaje y fomentar el trabajo en equipo”. Estas funciones implican diseñar actividades significativas, supervisar la dinámica grupal para garantizar la colaboración efectiva, evaluar tanto los resultados como el proceso de trabajo, y promover habilidades interpersonales necesarias para el trabajo en equipo, fortaleciendo así el aprendizaje colectivo.

3.1.2.3 Simulaciones Virtuales.

Según Orrego R., Aimacaña P. y Urquizo C. (2024), “son herramientas tecnológicas utilizadas en el ámbito educativo para vincular los conceptos teóricos aprendidos en el aula con su aplicación en un entorno virtual que simula situaciones de la vida real”. Este vínculo entre teoría y práctica es crucial para facilitar el aprendizaje significativo en el área de ciencias naturales, que exige la comprensión y modelación de fenómenos complejos y abstractos.

Occelli y García Romano (2018), destacan que los simuladores representan un fenómeno o proceso natural basado en sus principios científicos, permitiendo a los

estudiantes interactuar y modelar fenómenos mediante objetos dinámicos, imágenes o animaciones. Estas, no solo reproducen contextos de laboratorio, sino que también permiten el desarrollo de un experimento basado en la interactividad, motivando la participación de los estudiantes. Al estar inmersos en estos entornos virtuales, estos desarrollan habilidades prácticas, mientras refuerzan su comprensión teórica sobre los conceptos trabajados.

Otra ventaja clave de los simuladores radica en su capacidad para mejorar la retención del conocimiento y fomentar la autonomía en el aprendizaje. Como señalan Orrego R., Aimacaña P. y Urquizo C. (2024), “facilitan una comprensión más profunda de conceptos y habilidades, mejorando la retención de conocimientos y promoviendo la autonomía en el aprendizaje”. Este enfoque autodirigido resulta fundamental para el desarrollo de competencias científicas y un aprendizaje significativo.

En el ámbito de las ciencias naturales, donde muchos conceptos pueden parecer abstractos o difíciles de visualizar, los simuladores se convierten en un puente que acerca a los estudiantes a una comprensión más tangible y profunda. Como lo señalan Occelli y Romano (2018), en la educación en ciencias, los simuladores aproximan a los estudiantes a conceptos abstractos y complejos, promoviendo habilidades de razonamiento científico. De esta manera, estas herramientas no solo permiten explorar fenómenos científicos, sino también desarrollar competencias críticas para el razonamiento y la resolución de problemas.

3.1.2.4. Aprendizaje significativo y simulaciones

El aprendizaje en las ciencias naturales requiere estrategias que permitan a los estudiantes comprender conceptos complejos y desarrollar habilidades críticas. Según

Occelli y Romano (2018), el aprendizaje es un proceso social que incorpora herramientas tecnológicas y simbólicas como medio para facilitar la construcción del conocimiento. En este contexto, los simuladores virtuales se han posicionado como una herramienta clave para promover un aprendizaje significativo, al conectar los conocimientos previos de los estudiantes con experiencias que los ayudan a construir nuevas ideas de manera reflexiva y práctica.

La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, citada por Orrego R., Aimacaña-P. y Urquiza C. (2024), destaca cómo los simuladores virtuales “pueden promover una comprensión reflexiva y crítica”. Esta conexión entre los conceptos teóricos y su aplicación práctica permite a los estudiantes interiorizar de manera más efectiva los contenidos, haciendo que estos tengan relevancia personal y académica. Los simuladores no solo facilitan el aprendizaje, sino que también estimulan procesos de pensamiento más profundos, como la reflexión crítica y el análisis de resultados.

Además, las simulaciones ofrecen un enfoque dinámico para la enseñanza de las ciencias naturales. Occelli y Romano (2018) señalan que las simulaciones son tipos particulares de modelos que representan un evento o proceso manipulable, lo que fomenta la formulación de hipótesis y el análisis de resultados. Esto resulta especialmente valioso en las ciencias naturales, donde los estudiantes pueden experimentar con fenómenos que no siempre son accesibles en un laboratorio tradicional. Mediante el uso de simuladores, los pueden manipular variables, observar los efectos de sus decisiones y generar conclusiones basadas en evidencia y la experiencia de primera mano.

Al integrar simuladores en el aula de ciencias naturales, se promueve un aprendizaje activo y experimental que va más allá de la memorización de conceptos. Estas herramientas fomentan la curiosidad científica, permitiendo a los estudiantes explorar de manera autónoma y colaborativa. Al mismo tiempo, fortalecen habilidades fundamentales como el razonamiento crítico, la resolución de problemas y la capacidad de relacionar teoría y práctica.

Los simuladores virtuales representan una intersección poderosa y necesaria entre el aprendizaje significativo y la enseñanza de las ciencias naturales. Al incorporar estas herramientas en el aula, los docentes no solo enriquecen el proceso de enseñanza, sino que también potencian el desarrollo de competencias científicas esenciales para que los estudiantes comprendan y se enfrenten a los desafíos del mundo actual, en constante cambio donde requieren generar estrategias de adaptación.

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1 Metodología de investigación

Se diseñó una experiencia educativa mediada por TIC para la enseñanza de la geodiversidad, a nivel de básica secundaria, ciclo IV (grado noveno), en dos instituciones públicas de educación formal y presencial, de jornada escolar tarde, ubicadas en las localidades de Kennedy y Engativá en Bogotá. Desde un enfoque metodológico cualitativo y descriptivo. Construyendo un programa guía de actividades denominado: **"Entre Segundos y Eras: Enseñanza del Concepto Tiempo y su Escala Geológica para un Aprendizaje Activo en el Aula"** (Ver anexo 4).

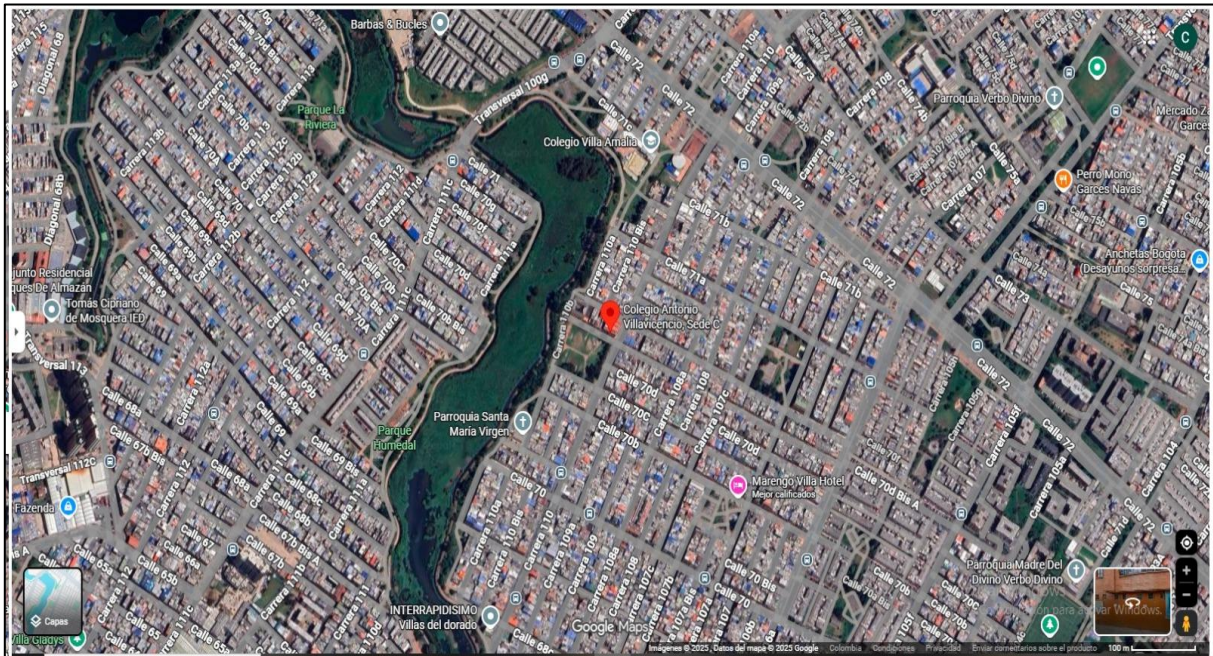
4.2 Contexto de la investigación

4.2.1 Contexto del Colegio Antonio Villavicencio I.E.D.

Se fundó hace 45 años, en la localidad de Engativá al noroccidente de Bogotá inicialmente para básica primaria y con educación para jóvenes y adultos, que posteriormente se amplió a secundaria y media. Cuenta con tres sedes: Laureles (sede B) para estudiantes de primera infancia, grados primero y segundo; Villa Gladys (sede A) para estudiantes de grados tercero, cuarto y quinto; Y Bosques de Mariana (sede C) para estudiantes de básica secundaria y media (donde se ofertó el grado décimo y once desde hace 4 años), esta sede es provisional, ya que el colegio se encuentra en procesos de construcción de una nueva infraestructura. Atiende alrededor de 1200 estudiantes en todas sus sedes, jornadas mañana, tarde y nocturna. La sede C, se ubica en la UPZ Bosques de Mariana en la localidad de Engativá, estrato 2 y pertenece al territorio ambiental del Humedal Jaboque.

Imagen 1

Ubicación geográfica de la sede C, Colegio Antonio Villavicencio I.E.D. en la localidad de Engativá



Nota: imagen obtenida de Google Maps <https://acortar.link/2FJygT>

La población de básica secundaria (sede C) jornada tarde es muy fluctuante durante el año escolar, ya que la mayoría familias no tienen estabilidad laboral, algunos trabajan en el sector informal y muchos son independientes, así que migran continuamente. Algunos proceden de la localidad de Engativá, otros de la costa caribe colombiana, algunos de Boyacá, Villavicencio entre otros lugares del país y desde hace algunos años es evidente el aumento de estudiantes provenientes de Venezuela. La mayoría viven en estrato dos y algunos en tres, dependiendo de la ubicación de sus viviendas, aunque esta también es cambiante.

Imagen 2

Vista frontal de la sede C, Colegio Antonio Villavicencio I.E.D.



Nota: imagen del Facebook institucional <https://cavied.com/quienes-somos/>

Se evidencian inconvenientes en los procesos de lectoescritura, comprensión lectora y pensamiento lógico-matemático, casi siempre ligado a vacíos conceptuales de primaria o condiciones de aprendizaje no diagnosticadas, especialmente en grados sextos y séptimos. En grado noveno hay varios estudiantes que cuentan con PIAR y otros en proceso de diagnóstico.

Respecto a las condiciones tecnológicas, no se cuenta con acceso a internet ni equipos de cómputo, ni tablets en el salón de Biología. Hay solo una sala de sistemas para toda la sede C y un salón del área de idiomas con computadores, pero no siempre se puede tener acceso. Desde el año 2020, se trabaja aula classroom en versión gratuita como aula

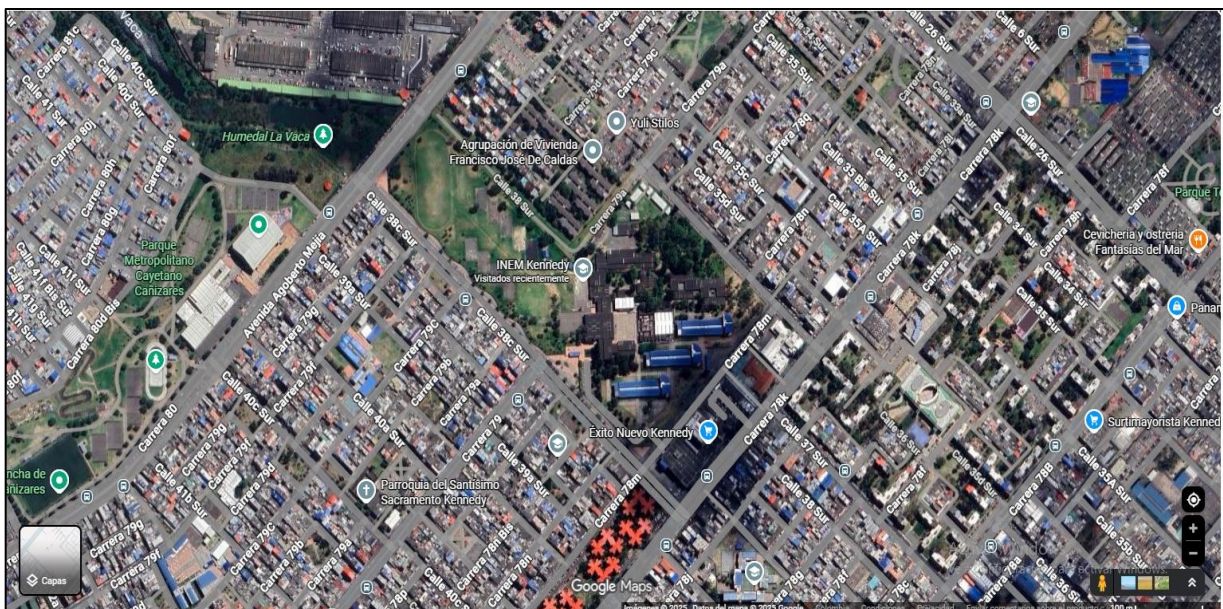
invertida, en la cual se suben materiales de estudio y se realizan las evaluaciones virtuales finales en cada periodo académico; no todos los estudiantes tienen acceso a internet o dispositivos móviles en sus casas.

4.2.2 Contexto INEM Francisco de Paula Santander

Es una institución educativa pública ubicada en la localidad de Kennedy, Bogotá, fundada en 1969. Su misión es ofrecer una educación diversificada que promueva el desarrollo de talentos en los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media, con énfasis en el progreso científico, tecnológico y social, contribuye a una sociedad justa, pluralista, participativa y democrática. La institución atiende a una población aproximada de 6,400 estudiantes en dos jornadas y dos sedes.

Imagen 3

Ubicación geográfica del INEM Francisco de Paula Santander en la localidad de Kennedy



Nota: imagen obtenida de Google Maps <https://acortar.link/ebZ32b>

El INEM Francisco de Paula Santander, cuenta con dificultades diversas, en el aspecto social hay un alto grado de vulnerabilidad económica de las familias, que pertenecen a estratos socioeconómicos uno, dos y tres, lo que afecta la estabilidad y el rendimiento académico de los estudiantes. También se presentan entornos escolares inseguros, lo que impacta en la asistencia y la tranquilidad de la comunidad educativa. Hay alta deserción escolar, ya que diversos factores económicos, sociales y familiares contribuyen a que algunos estudiantes abandonen sus estudios.

Imagen 4

Vista frontal de la entrada principal del INEM Francisco de Paula Santander



Nota: fotografía tomada de la página web institucional

Por otro lado, encontramos dificultades tecnológicas, una gran brecha digital ya que no todos los estudiantes cuentan con acceso a dispositivos tecnológicos o internet en casa, lo que afecta su capacidad para participar en actividades digitales o aprendizaje remoto. La

infraestructura tecnológica del colegio es insuficiente, aunque la institución cuenta con laboratorios y recursos tecnológicos, estos pueden ser limitados en comparación con la demanda de estudiantes y las necesidades actuales; así mismo el mantenimiento y actualización de equipos es deficiente. Y finalmente, el manejo de la ofimática básica es compleja ya que algunos estudiantes no tienen las competencias digitales necesarias para aprovechar plenamente las herramientas tecnológicas en el aprendizaje.

También encontramos dificultades institucionales, en donde la falta de recursos financieros, teniendo en cuenta un presupuesto asignado por el Estado, pueden ser insuficientes para cubrir todas las necesidades en infraestructura, materiales y programas educativos.

4.3 Programas Guía de Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias

Son herramientas didácticas que estructuran y organizan contenidos, actividades y objetivos para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos, permiten a los estudiantes seguir un camino claro y progresivo en la adquisición de conocimientos, especialmente en áreas como las ciencias naturales, donde la comprensión de conceptos complejos requiere un enfoque sistemático y bien diseñado.

Uno de los principales referentes en la conceptualización de los programas guía es David Ausubel, quien enfatizó la importancia de proporcionar a los estudiantes una estructura clara y significativa para relacionar el nuevo conocimiento con sus ideas previas. Según Ausubel (1963), “el aprendizaje significativo ocurre cuando el material presentado se conecta de manera lógica con la estructura cognitiva existente del estudiante”. Esta idea

subraya la necesidad de diseñar programas guía que faciliten estas conexiones, promoviendo una comprensión profunda de los contenidos científicos.

En cuanto a la estructura de los programas guía, Tyler (1949) es otro autor fundamental. En su modelo de planificación curricular, plantea cuatro preguntas clave para diseñar programas educativos: ¿Qué objetivos se deben alcanzar? ¿Qué experiencias de aprendizaje son necesarias para lograr estos objetivos? ¿Cómo se organizan estas experiencias de manera efectiva? y ¿Cómo se evalúa su cumplimiento? Para Tyler (1949), “un programa educativo efectivo debe centrarse en objetivos claros, experiencias planificadas y una evaluación coherente para medir el aprendizaje”. Estas directrices son esenciales para estructurar guías de aprendizaje en ciencias naturales, donde los objetivos pueden incluir tanto la comprensión conceptual como el desarrollo de habilidades prácticas.

La estructura típica de un programa guía de aprendizaje incluye:

- *Objetivos de aprendizaje*: declaraciones claras sobre lo que el estudiante debe saber, hacer o comprender al finalizar.
- *Contenidos*: temas y conceptos organizados de manera lógica y progresiva.
- *Actividades*: estrategias que promuevan el aprendizaje activo, como experimentos, simulaciones o análisis de casos.
- *Materiales y recursos*: herramientas tecnológicas, lecturas y guías complementarias.
- *Evaluación*: instrumentos para medir el logro de los objetivos, como rúbricas, preguntas de reflexión o prácticas experimentales.

La importancia de los programas guía de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias naturales radica en su capacidad para promover un aprendizaje estructurado y autónomo. Según Orrego R., Aimacaña P. y Urquizo C. (2024), “las guías de aprendizaje ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades de autorregulación, facilitando la adquisición de conocimientos de manera reflexiva y crítica”. Además, estos programas pueden incorporar herramientas tecnológicas, como simuladores, para enriquecer la experiencia educativa y conectar los contenidos teóricos con su aplicación práctica.

Así, los programas guía de aprendizaje son fundamentales para la enseñanza de las ciencias naturales, ya que proporcionan una estructura clara que facilita el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias científicas. Al basarse en los principios de autores como Ausubel y Tyler, estas no solo organizan el conocimiento, sino que también promueven una enseñanza centrada en el estudiante, favoreciendo la reflexión, la autonomía y la comprensión crítica de los contenidos. Por ello, la experiencia didáctica mediada por TIC para la enseñanza de la geodiversidad se estructura como un programa guía de actividades en modalidad de educación presencial.

4.4 Aprendizaje Basado en Proyectos

A través del análisis de los contextos particulares en ambas instituciones educativas, se identificó que, en los ecosistemas educativos del INEM Francisco de Paula Santander y del Colegio Antonio Villavicencio IED, convergen dos problemáticas principales: las dificultades de conectividad y la apatía estudiantil hacia el área de ciencias naturales y otras asignaturas, lo cual constituye un desafío para los docentes. Estas dificultades coinciden con lo planteado por Prieto A. (2014), quien señala que la enseñanza basada en

metodologías inductivas exige superar barreras motivacionales y estructurales para favorecer la construcción del conocimiento.

A partir de este diagnóstico, se determinó que la metodología inductiva más pertinente para ambos contextos es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), potenciado estratégicamente mediante elementos de gamificación, específicamente bajo la modalidad tipo Break Out. Esta selección metodológica responde a la necesidad de facilitar el aprendizaje de los estudiantes a pesar de las barreras de apatía y falta de conectividad. El carácter inductivo del ABP favorece que los estudiantes construyan conocimiento a partir de la exploración, el cuestionamiento y la resolución de retos, tal como lo plantea Prieto A. (2014) y Santiago R. (2018).

En este marco, el **“Programa Guía de Actividades: Entre Segundos y Eras, Enseñanza del concepto tiempo y su escala geológica para un aprendizaje activo en el aula”**, se diseñó para los estudiantes de Ciclo IV (grado noveno) de las jornadas tarde de ambas instituciones, con el propósito de transformar conceptos abstractos; como la geodiversidad y sus áreas asociadas: paleontología, geología y biología evolutiva en productos tangibles. Entre estos productos se incluyen actividades como: carreras ecológicas de presas y depredadores, construcción de cuadros comparativos o la identificación de la escala del tiempo geológico. Este enfoque inductivo permite que los estudiantes construyan significados propios a partir de experiencias concretas y colaborativas (Prieto, 2014).

Una de las dificultades recurrentes en el aula es la desconexión entre los conceptos científicos y la vida cotidiana de los estudiantes. El programa, fundamentado en ABP,

aborda esta problemática al promover actividades que posibilitan la construcción conceptual desde las ideas previas, el debate y la colaboración. Por ejemplo, en lugar de recurrir únicamente a la explicación magistral sobre qué es un eón o una era, el programa incorpora encuestas diagnósticas, análisis asistidos por herramientas de inteligencia artificial, elaboración conjunta de mapas conceptuales y cuadros comparativos. Esto constituye un proceso inductivo que permite al estudiante construir el concepto de tiempo geológico a partir de sus propias interpretaciones y las discusiones grupales, en coherencia con las metodologías activas planteadas por Santiago, R. (2018).

Así mismo, el programa posibilita la integración interdisciplinar, permitiendo conectar los conceptos científicos con otras áreas del conocimiento. Los estudiantes utilizan matemáticas para construir escalas, historia para situar eventos relevantes, biología para comprender formas de vida y artes para representar hitos geológicos. De este modo, el conocimiento deja de presentarse de manera fragmentada y se articula como un sistema integral que favorece una comprensión más profunda del tiempo geológico.

En cuanto a la limitación tecnológica derivada de la falta de conectividad, el ABP constituye una alternativa altamente viable, ya que su implementación permite desarrollar debates, actividades gráficas, juegos de rol y otros recursos que no requieren conexión a internet. Esto se alinea con la noción de “tecnologías del aprendizaje” no digitales y con lo que señala Santiago (2018) acerca de la importancia de adaptar las herramientas metodológicas a las condiciones reales del aula, incorporando las TIC únicamente cuando su uso aporte valor pedagógico, incluso en niveles básicos del modelo SAMR (Marco para integrar la tecnología en la educación: sustitución, aumento, modificación y redefinición propuesto por el Dr. Rubén Puentedura en el 2010).

El rol docente dentro de esta metodología cambia sustancialmente: en lugar de actuar como un expositor tradicional, se convierte en facilitador, guía y diseñador de experiencias. Formula preguntas orientadoras, organiza los procesos colaborativos y acompaña la resolución de retos; un rol coherente con lo señalado por Prieto (2014), para quien el docente en metodologías inductivas promueve el cuestionamiento, la autonomía y la reflexión.

4.5 Programa Guía de Actividades: “Entre Segundos y Eras: Enseñanza del Concepto Tiempo y su Escala Geológica para un Aprendizaje Activo en el Aula” (Ver anexo 1)

Fue diseñado durante el proceso de formación en la Maestría en Educación mediada por TIC, construido secuencialmente en las asignaturas de: pedagogía y didáctica para la mediación de las TIC (2024-1), diseño de experiencias de aprendizaje I y II (2024 - 2 y 2025 - 1), seminario de investigación I y II (2024 1 y 2), ajustado y mejorado con el trabajo desarrollado en las asignaturas de estrategias de evaluación de aprendizajes (2025-1) y diseño curricular (2025-2) en la cual se virtualizan en LMS las dos primeras sesiones en plataforma classroom.

Este programa, constituye una propuesta didáctica articulada para estudiantes de Ciclo IV, orientada al fortalecimiento de la comprensión del tiempo en sus dimensiones física, histórica y geológica, así como de los procesos de cambio planetario y su relación con la evolución de la vida. Su diseño integra metodologías activas, estrategias de indagación y recursos TIC que permiten transitar desde las concepciones espontáneas de los estudiantes de ciclo IV (grado noveno), hasta la aproximación a explicaciones científicas rigurosas.

Se estructura consta de siete sesiones progresivas, organizadas en torno a cuatro ejes (ver Anexo1): exploración conceptual, análisis multiescalar del tiempo geológico, representación y modelización de procesos evolutivos, y reconstrucción de paleoambientes.

En las tres primeras sesiones, los estudiantes movilizan ideas previas mediante formularios digitales y debates guiados, cuyas síntesis generadas con apoyo de IA, se convierten en insumos para la problematización colectiva del concepto de tiempo. Posteriormente, se avanza hacia la comprensión de la escala geológica mediante actividades de lectura guiada, análisis de documentales, ejercicios de comparación conceptual y construcción de mapas gráficos.

En la cuarta y quinta sesión se incorpora el uso de herramientas de visualización científica, particularmente el simulador EarthViewer, que posibilita la exploración interactiva de variables geofísicas como composición atmosférica, temperatura, duración del día y deriva continental a través de los eones, eras y periodos. Esta interacción favorece el desarrollo de habilidades de observación, registro sistemático y análisis de datos, esenciales para la comprensión del tiempo profundo del planeta.

Complementariamente, el programa integra actividades de representación y modelización, como las planchas de coloreado de la escala temporal (sesión 3) y la simulación “presas y depredadores” (sesión seis), con el fin de desarrollar nociones de selección natural, adaptación y presión de selección desde una perspectiva experiencial y basada en evidencias recolectadas por los propios estudiantes.

Finalmente, la sesión siete dedicada a los paleoambientes de Colombia consolida el proceso mediante la interpretación de registros fósiles y la construcción colaborativa de

representaciones argumentadas de ambientes pretéritos, lo que permite vincular los aprendizajes geológicos con la geodiversidad nacional.

En conjunto, el programa articula actividades individuales, colaborativas y de discusión académica, integrando recursos digitales, lectura científica, análisis de simulaciones y producción multimodal. Esta estructura favorece la comprensión del tiempo geológico como categoría fundamental en la enseñanza de la geodiversidad, promueve el pensamiento crítico y fortalece competencias propias del aprendizaje mediado por TIC, respondiendo a los estándares de ciencias naturales y a los marcos ISTE para el aprendizaje activo.

4.5.1 Proceso Evaluativo del Programa guía de actividades: “Entre segundos y eras: enseñanza del concepto tiempo y su escala geológica para un aprendizaje activo en el aula”

En los procesos de evaluación desarrollados tanto en el aula presencial como en ambientes virtuales de aprendizaje, es común incurrir en el error de valorar únicamente el producto final, sin considerar lo aprendido durante el proceso formativo. Así mismo, cuando los estudiantes trabajan en grupos, con frecuencia se asigna una calificación sin ofrecer explicaciones claras ni retroalimentación sobre el cumplimiento de los criterios establecidos inicialmente. Esta situación refleja una confusión frecuente entre evaluación y calificación, siendo la primera un proceso amplio, integral y formativo, mientras que la segunda corresponde únicamente a la asignación de un valor numérico (Prieto, 2014).

La evaluación, entendida desde un enfoque pedagógico contemporáneo, debe concebirse como un proceso continuo, sistemático y organizado que permite analizar e

interpretar información sobre los aprendizajes de los estudiantes y la efectividad de la enseñanza. Esto se relaciona con la necesidad de retroalimentar continuamente el diseño de las estrategias didácticas para garantizar el aprendizaje, atendiendo al contexto y a las particularidades de la población escolar (Santiago, 2018).

En el marco del programa guía de actividades, el aprendizaje cooperativo constituye un eje central. Por ello, el proceso evaluativo contempla tres aspectos fundamentales: la construcción del producto, la calidad de dicho producto, y la responsabilidad de los estudiantes durante el desarrollo, elaboración y entrega. Desde la metodología inductiva del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la evaluación se despliega en varias fases articuladas.

En primer lugar, se implementa una **evaluación diagnóstica**, cuyo propósito es identificar los saberes previos e ideas iniciales de los estudiantes respecto a los conceptos a trabajar, lo cual fue fundamental para el diseño del programa, facilitando la motivación y compromiso activo de los estudiantes mediante actividades que transforman, amplían o resignifican dichos saberes. En esta etapa, el docente, en su rol de facilitador, observa, indaga y verifica los procesos colaborativos que emergen dentro de los grupos (Prieto, 2014).

Posteriormente, durante el desarrollo de cada sesión, se realiza una **observación activa en el aula** por parte del docente, la cual se enfoca en analizar cómo los estudiantes colaboran, debaten y construyen colectivamente. Esta permite evaluar si las tareas son distribuidas equitativamente, cómo se gestionan los roles, si existe enriquecimiento mutuo de ideas, cómo se abordan los conflictos y qué nivel de compromiso muestra cada miembro

del grupo. En esta fase, el docente interviene solo cuando es requerido, privilegiando la autonomía y la autorregulación de los estudiantes.

En una fase intermedia, se lleva a cabo una **evaluación formativa** con retroalimentación constante, basada en la observación continua. Esta permite identificar grupos que requieren acompañamiento adicional, restablecer dinámicas colaborativas deterioradas y orientar mediante preguntas estratégicas que facilitan la reconexión con el proceso de trabajo (Santiago, 2018).

Finalmente, se desarrolla la evaluación y valoración del producto construido, así como del desempeño individual. En la entrega final de cada sesión, los estudiantes reciben una calificación híbrida, sustentada en una rúbrica diseñada para cada actividad del programa. Por una parte, el producto final evidencia el trabajo colaborativo; por otra, se valora el aporte individual a la construcción colectiva.

Las rúbricas del programa incorporan criterios cualitativos relacionados con el producto y la participación colaborativa, permitiendo que todos los integrantes del grupo reciban una calificación equitativa. Además, cada estudiante recibe información específica acerca del componente individual de la valoración, asociado a su responsabilidad, apropiación conceptual y contribuciones concretas al grupo. Esto favorece la toma de conciencia sobre la importancia del proceso evaluativo.

Finalmente, cada sesión contempla un proceso de coevaluación, donde los estudiantes valoran brevemente las contribuciones de los miembros del grupo, promoviendo la responsabilidad y la equidad. Asimismo, se incluye una autoevaluación

reflexiva, mediante la cual cada estudiante analiza su rol, desempeño y aprendizajes obtenidos durante la sesión.

4.6 Métodos y Técnicas de Recolección de Información

4.6.1 Tipo de Muestreo y Selección de la Muestra

El tipo de muestreo es no probabilístico, se implementó con estudiantes de ciclo IV (grado noveno) entre los 13 y 17 años, en modalidad educativa formal y presencial, de básica secundaria. Seleccionados, de acuerdo con la asignación académica para el año 2025 de los profesores María Cristina Martínez Cano (cursos 901 y 902, con 51 estudiantes) en el Colegio Antonio Villavicencio I.E.D. y Carlos Andrés López Mayorga (secciones 913 y 914 con 63 estudiantes) en el INEM Francisco de Paula Santander, en la jornada tarde de las dos instituciones. Durante la implementación se presentó fluctuación en la matrícula, por la movilidad que siempre se presenta en esta jornada, debido a las condiciones sociales y familiares de la población escolar.

4.6.2 Instrumentos, Procedimientos y Condiciones para la Recolección y Análisis de la información.

En proceso de diseño, implementación y evaluación del programa: *“Entre Segundos y Eras: Enseñanza del Concepto Tiempo y su Escala Geológica para un Aprendizaje Activo en el Aula”*, se desarrollaron algunas actividades virtuales en la plataforma classroom de Google, al estar anclada al correo institucional del INEM Francisco de Paula Santander y fue utilizada como repositorio de información desde la pandemia por Covid-19 en el área de Ciencias Naturales – Biología del Colegio Antonio Villavicencio I.E.D.

Para la recolección de información y datos se utilizó una encuesta de ideas previas virtual, el diario de campo digital diligenciado por los docentes y se analizaron los resultados del quiz virtual “Caminando con monstruos” que hace parte de la sesión dos del programa guía de actividades.

4.6.2.1 Consideraciones Éticas para el Registro de Información de Menores de edad.

Antes de iniciar la implementación de las sesiones piloto del programa guía de actividades, la mayoría de los estudiantes entregaron diligenciado y firmado por su acudiente el formato de consentimiento informado (ver anexo 2), que garantizó la comprensión y aceptación voluntaria de la participación en la experiencia educativa.

Este, explico a las familias: el título del proyecto de investigación, en qué consistía la participación de su hijo(a), el uso anónimo de registro de imágenes y resultados académicos para fines pedagógicos y de investigación, confidencialidad y voluntariedad de acuerdo con la Ley 1581 de 2012 sobre la protección de datos personales y la autorización explícita de participación. Cabe aclarar que en las fotografías no se retrata directamente el rostro de los menores de edad (ver anexo 2).

4.6.2.2 Encuesta para Indagación de Ideas Previas.

Encuesta virtual en Google forms, para diligenciamiento individual, remoto, sin límite de tiempo, ni palabras al diligenciar; con plazo de envío de una semana, publicada en la plataforma classroom de cada curso e institución, ingresando desde los correos institucionales, personales o familiares de los estudiantes (dependiendo de la posibilidad de acceso) y que se implementó al inicio del segundo periodo académico escolar del año 2025,

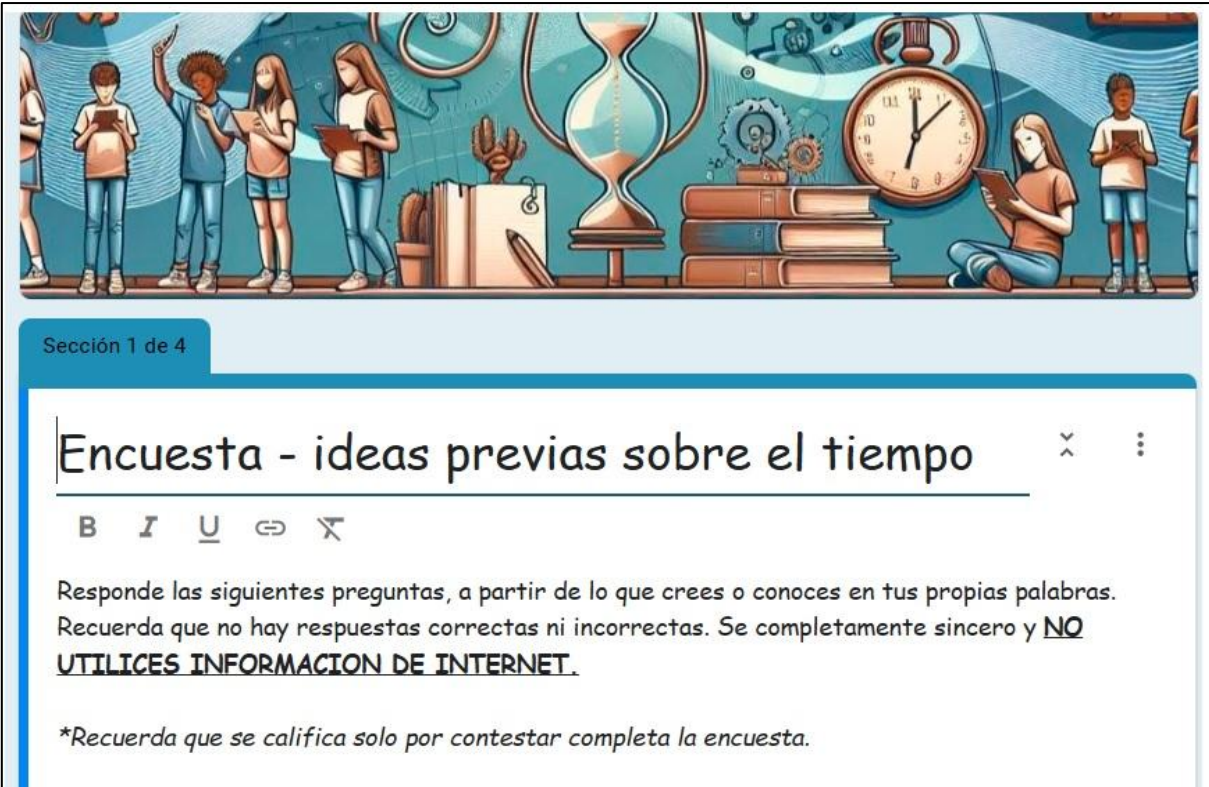
después de tener estabilizada la matrícula, ya que en la jornada tarde de las dos instituciones la población es muy fluctuante al inicio del año.

Esta encuesta, indagó las ideas previas sobre: conocimientos generales de geodiversidad y geología básica; conceptos relacionados como paleontología, fósiles, tiempo geológico, eras geológicas, evolución, selección natural y cambios a través del tiempo. Se diseñaron ocho preguntas semiestructuradas:

- ¿Qué piensas cuando escuchas la palabra "tiempo"?
- ¿Qué ideas, imágenes o sensaciones vienen a tu mente cuando hablamos del tiempo?
- ¿En qué situaciones de la vida diaria usamos el concepto de tiempo?
- ¿Cómo te das cuenta de que el tiempo pasa o se detiene? Piensa en momentos específicos.
- ¿Cómo crees que se mide el tiempo en la naturaleza?
- ¿Piensas que los seres vivos y la naturaleza usan el tiempo de la misma forma que nosotros? Escribe ejemplos de cómo el tiempo influye en cosas como el crecimiento de una planta o el ciclo de vida de un animal.
- ¿Qué diferencia crees que existe entre el tiempo de los humanos y el tiempo del universo?
- Si pudieras crear un "reloj" especial para medir el tiempo en la historia de la Tierra, ¿cómo sería?

Imagen 5

Portada de la encuesta de ideas previas, diligenciada por los estudiantes



Sección 1 de 4

Encuesta - ideas previas sobre el tiempo

B I U  

Responde las siguientes preguntas, a partir de lo que crees o conoces en tus propias palabras. Recuerda que no hay respuestas correctas ni incorrectas. Se completamente sincero y **NO UTILICES INFORMACION DE INTERNET.**

**Recuerda que se califica solo por contestar completa la encuesta.*

Nota: imagen de formato de Google forms:

https://docs.google.com/forms/d/1HNSjUXSWVhVBgglMn1IZh7dyKXsq_gUtqTqygqFJ3jO/edit?usp=forms_h_ome&oid=102707570793885003060&ths=true

4.6.2.2.1 Categorización de Ideas Previas (ver anexo 3)

El análisis de las ideas previas de los estudiantes sobre el concepto de tiempo, el tiempo geológico y la geodiversidad se realizó a partir de los planteamientos de Stephen Jay Gould (1987), quien realiza una extensa reflexión sobre la naturaleza del tiempo, las escalas geológicas y la forma en que los seres humanos conceptualizan la historia profunda de la Tierra. Sus aportes permitieron sustentar de manera sólida cada una de las siguientes categorías y subcategorías de análisis utilizadas y descritas a continuación:

Tabla 1

Categorías y subcategorías de análisis para encuesta de ideas previas de los estudiantes

Categorías	Subcategorías
Conceptualización del tiempo	<i>Percepción subjetiva del tiempo</i>
	<i>Asociaciones visuales y tangibles</i>
	<i>Definiciones científicas o abstractas</i>
Tiempo en la naturaleza	<i>Ciclos naturales</i>
	<i>Tiempo en seres vivos</i>
	<i>Medición natural del tiempo</i>
Diferencias entre el tiempo humano y universal	<i>Comparación con el tiempo cósmico</i>
	<i>Escalas de tiempo</i>
	<i>Relatividad y diferencias</i>
Ideas para medir el tiempo geológico	<i>Herramientas para medir el tiempo geológico</i>
	<i>Modelos geológicos y eras</i>

Nota: en el anexo 3, encontrará la categorización de las respuestas de los estudiantes

A continuación, se describen a profundidad cada una de las categorías de análisis y subcategorías que se utilizaron para sistematizar los datos obtenidos en la encuesta virtual (Ver anexo 3).

Conceptualización del Tiempo

Se fundamenta en la idea de que las percepciones humanas acerca del tiempo están influenciadas tanto por experiencias subjetivas como por construcciones culturales. Las sociedades generan “metáforas del tiempo” para interpretar la duración, el cambio y los procesos naturales (Gould, 1987). Estas forman parte de lo Gould que denomina "mythic concepts of time" o aproximaciones intuitivas que no se derivan del pensamiento científico, sino de la necesidad humana de explicar fenómenos complejos mediante narrativas accesibles.

Gould explica que la conceptualización cotidiana del tiempo se basa en ritmos humanos cortos y perceptibles, lo que limita la comprensión de escalas temporales mayores. Afirmar que “la mente humana sólo accede a aquello que puede imaginar mediante experiencias directas” (Gould, 1987, p. 12), razón por la cual los estudiantes suelen vincular el tiempo con relojes, rutinas diarias, calendarios o experiencias emocionales.

Dentro del análisis cualitativo, esta categoría permite identificar cómo los estudiantes de grado noveno representan el tiempo antes de enfrentarse a modelos geológicos y científicos más complejos. Esto coincide con la afirmación de Gould de que el conocimiento previo y las imágenes intuitivas son el punto de partida para construir nociones científicas sobre la temporalidad y su percepción. Para esta categoría se definieron las siguientes subcategorías, a partir de la información analizada:

- *Percepción subjetiva del tiempo*: respuestas referentes a la experiencia personal y subjetiva del tiempo, que evidencian los estudiantes desde su cotidianidad.
- *Asociaciones visuales y tangibles*: palabras clave en las respuestas de los estudiantes, relacionadas con herramientas o símbolos del tiempo.
- *Definiciones científicas o abstractas*: suposiciones o ideas que relacionan en sus respuestas los estudiantes, relacionadas con conceptos de la física o teorías abstractas.

Tiempo en la Naturaleza

El tiempo como fenómeno expresado en la dinámica interna de la naturaleza. Los procesos naturales poseen ritmos específicos que constituyen verdaderos “relojes biológicos y geológicos”, cada uno regulado por condiciones propias (Gould, 1987). Estos incluyen

ciclos de vida, crecimiento, erosión, sedimentación, procesos evolutivos y patrones repetitivos en los ecosistemas.

Así mismo, explica que la naturaleza ofrece múltiples indicadores temporales, desde los anillos de los árboles, hasta las capas sedimentarias y la sucesión de fósiles. Señala que “la historia de la Tierra está registrada en la estructura misma de sus rocas y organismos” (Gould, 1987, p. 45). Por lo tanto, cuando los estudiantes mencionan fenómenos como el crecimiento de las plantas, los ciclos día-noche o las estaciones, están identificando lo que Gould define como natural clocks.

Incorporar esta categoría permite analizar cómo los estudiantes de grado noveno relacionan el tiempo con las evidencias observables en la naturaleza, aproximándose (aunque de manera intuitiva y desde sus vivencias cotidianas) al pensamiento geológico que Gould describe. Para esta categoría se definieron las siguientes subcategorías, a partir de la información analizada:

- *Ciclos naturales*: ejemplos que utilizan los estudiantes en sus respuestas, qué evidencias ciclos o cambios diarios, anuales y procesos que se dan en la naturaleza.
- *Tiempo en seres vivos*: cuando las respuestas señalan ejemplos específicos en el ciclo de vida de un organismo.
- *Medición natural del tiempo*: cuando describen métodos o fenómenos naturales que pueden “medir” el tiempo, es decir se utilizan como marcadores para evidenciar un cambio.

Diferencias entre el Tiempo Humano y el Tiempo del Universo

Se fundamenta en el concepto central de Gould: el tiempo profundo (deep time), que configura una de las mayores dificultades cognitivas en los estudiantes, que es distinguir entre el tiempo humano (breve, perceptible y experiencial) y el tiempo universal o geológico (extenso, no intuitivo y ajeno a la experiencia cotidiana).

Es decir, “los seres humanos evolucionaron para comprender escalas temporales cortas y eventos inmediatos, no millones de años de historia” (Gould, 1987, p. 65). Esta limitación impide que las personas interpreten correctamente procesos como la evolución, la tectónica de placas o la formación de las cordilleras. Así Gould, diferencia explícitamente entre:

- Tiempo humano, asociado a la duración de la vida, las emociones y los ciclos culturales.
- Tiempo natural, marcado por ritmos biológicos y geológicos.
- Tiempo profundo, caracterizado por magnitudes de tiempo que van más allá de la imaginación humana.

Así, esta categoría permite examinar cómo los estudiantes de grado noveno diferencian o confunden estas escalas temporales, tal como Gould describe en su análisis de los mitos y errores comunes sobre la antigüedad de la Tierra. Para esta categoría se definieron las siguientes subcategorías, a partir de la información analizada:

- *Comparación con el tiempo cósmico:* las respuestas de los estudiantes evidencian comparaciones entre el tiempo humano y el cosmológico o universal.

- *Escalas de tiempo:* en algunas respuestas comparan o mencionan escalas de tiempo superiores a las de uso cotidiano.
- *Relatividad y diferencias:* incluyen ideas como la velocidad, los campos gravitatorios y diferentes percepciones del tiempo dependiendo del contexto.

Ideas para Medir el Tiempo Geológico

El estudio histórico que Gould (1987) realiza sobre el desarrollo del tiempo geológico a partir de los trabajos de Hutton, Lyell y la paleontología del siglo XIX. Explica que la comprensión científica del tiempo profundo se construyó mediante la interpretación de estratos, fósiles y procesos lentos acumulativos. Es decir: “la Tierra posee relojes que, aunque no contruidos por humanos, permiten leer su historia con precisión” (Gould, 1987, p. 102). Entre estos relojes menciona:

- La superposición de estratos.
- La sucesión de fósiles guía.
- La erosión y sedimentación como indicadores temporales.
- La recurrencia de patrones evolutivos.

Cuando los estudiantes proponen dispositivos, modelos o metáforas para medir el tiempo geológico, reproducen (de forma no formal) el camino epistemológico descrito por Gould, ya que intentan representar un proceso en escalas que superan su intuición. Esta categoría revela cómo, aún sin conocimiento especializado, los estudiantes generan formas iniciales de temporalidad geológica que fueron desarrolladas pedagógicamente en la primera sesión del programa guía de actividades. Para esta categoría se definieron las siguientes subcategorías a partir de la información analizada:

- *Herramientas para medir el tiempo geológico:* los estudiantes incluyen en sus diseños de dispositivos escalas de medición de cambios en la tierra.
- *Modelos geológicos y eras:* en sus propuestas los estudiantes mencionan cronologías, eras o el uso de elementos geológicos en el dispositivo de medición.

4.6.2.3 Diario de Campo Digital del Docente (ver anexo 4)

Después de cada sesión de implementación del programa guía de actividades, los docentes registraron de forma individual en el diario de campo digital, la descripción de observaciones, interacciones, situaciones emergentes y elementos contextuales que contribuyeron a la construcción de interpretaciones profundas y reflexivas sobre su práctica, apoyándose en el registro audiovisual o fotográfico realizado (ver Anexo 4).

Este recurso funcionó como un dispositivo de recuperación de la práctica, posibilitando la **reflexividad**, la **interpretación** y la generación de nuevo conocimiento a partir de la experiencia directa del investigador en el escenario de estudio (López, García 2019). Lo cual posibilitó la reflexión sobre el diseño inicial, sobre la práctica real dentro del aula presencial mediada por TIC.

El registro se realizó de manera continua, documentando cada sesión de trabajo para garantizar una trazabilidad coherente del proceso. Esto permitió la organización progresiva de las observaciones y la identificación de patrones temáticos emergentes. Además, el diario de campo facilitó el contraste entre lo percibido, lo interpretado y lo posteriormente analizado, asegurando un proceso metodológico transparente y sustentado.

La estructura del diario de campo, corresponde al formato trabajado previamente en la asignatura de Diseño de Experiencias de aprendizaje mediadas por TIC II, que consta de una columna de **descripción reflexión**, donde el docente describe lo que observa y una columna de **categorización**, donde se realiza un análisis de lo ocurrido a partir de las categorías de la evaluación diagnóstica formativa para docentes de aula del Ministerio de Educación Nacional (ICFES, 2015), que se describen a continuación:

- *Pertinencia pedagógica*: relación entre los objetivos de aprendizaje y el uso de las TIC.
- *Interactividad y participación*: nivel de compromiso de los estudiantes con la actividad.
- *Accesibilidad y usabilidad*: facilidad de acceso a los recursos tecnológicos.
- *Integración curricular*: alineación con los contenidos del programa educativo.
- *Evaluación del aprendizaje*: estrategias para medir el impacto de la actividad en los estudiantes.
- *Adaptabilidad*: capacidad de la estrategia para ajustarse a diferentes niveles de aprendizaje.
- *Innovación y creatividad*: originalidad en el uso de TIC para mejorar la enseñanza.
- *Reflexión docente*: análisis del impacto y ajustes para mejorar futuras implementaciones.

Imagen 6

Formato de diario de campo López García, J. C. (2019). Diario de campo [Presentación en PowerPoint].

Nota: Archivo digital del diario de campo diligenciado durante la implementación de la propuesta:

DIARIO DE CAMPO	
IMPLEMENTACIÓN:	
PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES - CICLO IV	
Estrategia de Enseñanza/Aprendizaje "Entre Segundos y Eras: Enseñanza del Concepto Tiempo y su Escala Geológica para un Aprendizaje Activo en el Aula"	
ITEMS:	
● Pertinencia pedagógica: Relación entre los objetivos de aprendizaje y el uso de las TIC. ● Interactividad y participación: Nivel de compromiso de los estudiantes con la actividad. ● Accesibilidad y usabilidad: Facilidad de acceso a los recursos tecnológicos. ● Integración curricular: Alineación con los contenidos del programa educativo. ● Evaluación del aprendizaje: Estrategias para medir el impacto de la actividad en los estudiantes. ● Adaptabilidad: Capacidad de la estrategia para ajustarse a diferentes niveles de aprendizaje. ● Innovación y creatividad: Originalidad en el uso de TIC para mejorar la enseñanza. ● Reflexión docente: Análisis del impacto y ajustes para mejorar futuras implementaciones.	
SEMANA 1	
Docentes: Carlos Andrés Lopez Mayorga Maria Cristina Martinez Cano	
TEMA: Estrategia de Enseñanza/Aprendizaje "Entre Segundos y Eras: Enseñanza del Concepto Tiempo y su Escala Geológica para un Aprendizaje Activo en el Aula"	
SESIÓN 1 - ¿QUÉ IDENTIFICÓ COMO TIEMPO?	
Grados: 913-914 INEM Francisco de Paula Santander, 901- 902 IED Antonio Villavicencio	
CATEGORIZACIÓN	DESCRIPCIÓN - REFLEXIÓN
INEM Francisco de Paula Santander: Pertinencia pedagógica: la herramienta TIC usada correspondió al formulario de Google forms cuestionario ideas previas sobre tiempo, usando la opción de aula invertida teniendo en cuenta la dificultad de conectividad dentro de la institución. Interactividad y participación: los estudiantes participaron de forma adecuada y en su totalidad a la hora de completar el cuestionario en Google forms para el caso de ambas instituciones. Accesibilidad y usabilidad: Gran dificultad para tener conectividad dentro de la institución, por ello se usó aula invertida para que los estudiantes realizarán el cuestionario en casa con la ayuda de un computador o dispositivo electrónico a la mano. Integración curricular: se alinearon adecuadamente dentro de la aula de clase, la actividad de ideas previas teniendo en cuenta la temática de tiempo según lo especificado en plan de	INEM Francisco de Paula Santander: Durante la aplicación de esta primera actividad o sesión número 1 se encontró lo siguiente: los estudiantes realizaron en casa el proceso de responder el formulario virtual de Google forms, en donde van a describir sus conocimientos e ideas respecto al concepto tiempo y cómo influye en su vida cotidiana. Posteriormente, los estudiantes de manera individual en clase identificaban algunos parámetros de estos conocimientos previos: tanto de sus compañeros en clase como de estudiantes del Colegio Antonio Villavicencio I.E.D., con ello los estudiantes en mesa redonda y luego en grupos de tres o cuatro integrantes desarrollaron un taller, a través de preguntas base para identificar los principales parámetros de estos conocimientos previos de sus compañeros con ayuda de la Inteligencia artificial Chat GPT.

<https://docs.google.com/document/d/1nnS2CL8vTDfDB7vOV0ry2z1BGrStUDBZ/edit?usp=sharing&ouid=103544432764242042048&rtpof=true&sd=true>

4.6.2.4 Registro Fotográfico y Audiovisual (anexo 4)

Durante la implementación de actividades en el aula de clase, se registraron videos de las explicaciones de los docentes, fotografías de trabajos y estudiantes para apoyar el proceso de registro del diario de campo, realizado por los docentes en cada sesión. Este material se organizó en drive, en carpetas por colegio y sesión (Ver anexo 4).

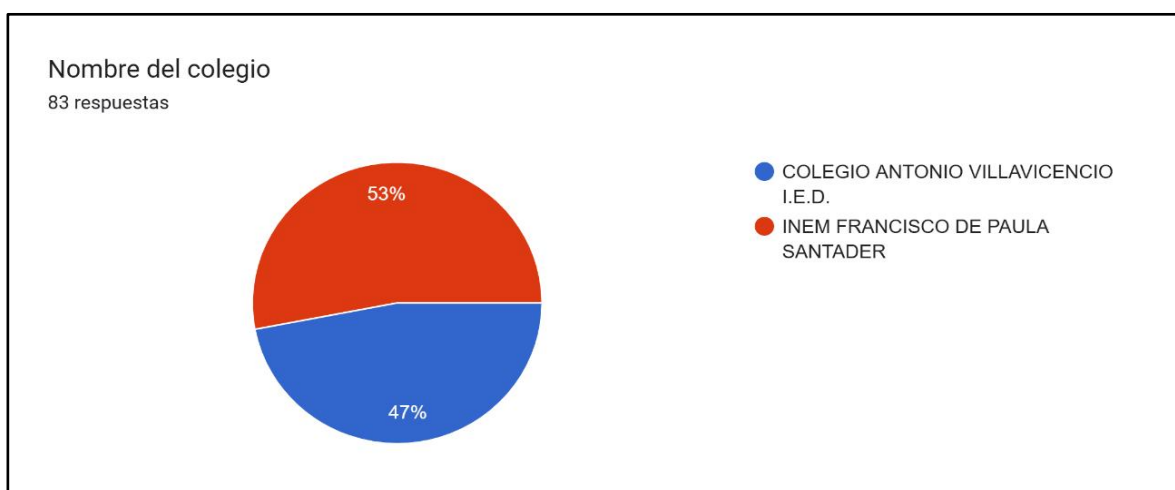
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados Estadísticos Encuesta de Ideas Previas

La encuesta fue enviada en la plataforma classroom por un total de 83 estudiantes de las dos instituciones, con plazo de entrega de 8 días, a continuación, se encuentran las gráficas de distribución en porcentajes por institución educativa y curso específico:

Imagen 7

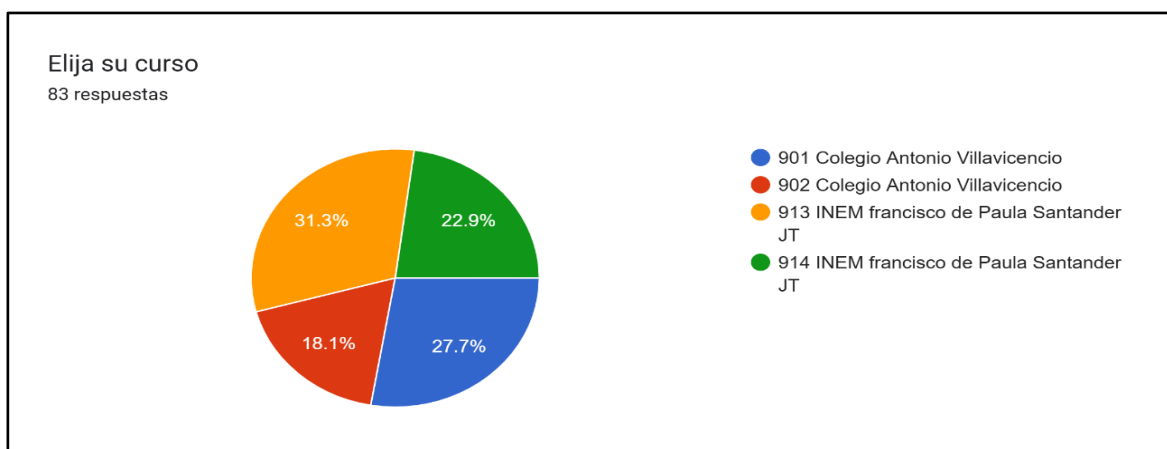
Gráfico porcentaje participación de estudiantes por institución.



Nota: datos estadísticos de la encuesta virtual de ideas previas.

Imagen 8

Gráfico porcentaje de estudiantes participantes por curso e institución



Nota: datos estadísticos de la encuesta de ideas previas

Se evidenció, mayor participación con el 53% del total de respuestas enviadas en el INEM Francisco de Paula Santander, en contraste con el 47% en el Colegio Antonio Villavicencio I.E.D. Al indagar con los estudiantes, determino que en los dos contextos educativos hay dificultades de acceso a internet en casa, no obstante, para la investigación, la muestra fue relevante, permitiendo desarrollar un proceso de codificación eficiente y determinante para el diseño del programa guía de actividades.

5.1.2 Resultados por Categorías de la Encuesta de Ideas Previas

Respecto a las ideas previas de los estudiantes de grado noveno de básica secundaria del INEM Francisco de Paula Santander y del Colegio Antonio Villavicencio I.E.D., obtenidas en cuestionario virtual (Ver anexo 1), relacionadas con la geodiversidad, se puede mencionar lo siguiente teniendo en cuenta su categorización (Ver anexo 3):

Categoría conceptualización del tiempo:

- La concepción del tiempo como algo subjetivo, limitado a la vida cotidiana de los estudiantes, los procesos emocionales, sus recuerdos, sus rutinas, entre otras.
- Se observa la vinculación y asociación con objetos que hacen parte de su entorno inmediato (relojes, calendario, tiempo cronológico: día, noche, horas, meses).
- Los estudiantes no asocian el tiempo con situaciones o fenómenos naturales físicos o geológicos.

Como lo menciona Gould (1987) las personas tienden a construir metáforas, ideas o concesiones sobre el tiempo antes de cualquier tipo de concepción más profunda.

Categoría de tiempo en la naturaleza:

- El tiempo como procesos cíclicos observables (el día, la noche).
- Reconocen procesos vitales como indicadores de tiempo (la fluorescencia, el crecimiento de los seres vivos, entre otros).
- Identifican algunas ideas relacionadas con procesos de rotación, traslación de la tierra como un tipo de “reloj natural”.

Al contrastar con la literatura, se puede observar que el pensamiento de los estudiantes sobre el tiempo en relación con la naturaleza está anclado a corta duración, es decir como lo menciona Gould (1987) existen limitaciones cognitivas del “deep time”, esto posiblemente ya que los estudiantes no abordan estos conceptos dentro de las mallas curriculares del área de ciencias naturales, de forma profunda.

Categoría de diferencias entre tiempo humano y tiempo universal

- Los estudiantes perciben el tiempo del ser humano como corto y perceptible, relacionado a la emoción, mientras que el tiempo universal lo mencionan como “vasto”, físico y no es posible comprenderlo.
- Algunos estudiantes tienen referencias relacionadas a la relatividad, los años luz, el espacio y el tiempo.

En este caso estas concepciones están más relacionadas con su cotidianidad; las redes sociales, las series de televisión, en otros casos la lectura y la curiosidad general, percepciones que pueden llegar a ciertas señales de alfabetización científica que emergen poco a poco.

Categoría de Ideas para Medir el Tiempo Geológico

- Los estudiantes proponen objetos de medición relacionados a relojes gigantes de tipo abstracto, dispositivos que miden eventos geológicos relevantes.
- Otros estudiantes muestran modelos de tipo simbólico, que se relacionan a esferas y planetarios de medición, escalas de medición geológica de tipo eras, periodos, eras y cones mezclados.

En contraste con la literatura, se puede evidenciar un proceso preliminar de pasar de escalas cortas de tiempo a escalas profundas, lo que menciona Gould (1987) como parte fundamental en la comprensión del tiempo geológico.

5.2 Resultados del Quiz Caminando con Monstruos – sesión 1.2 (ver anexo 5)

Este quiz lo contestaron los estudiantes de grado noveno, en modalidad de aula invertida, es la actividad de aplicación y cierre de la primera sesión del programa guía de actividades (ver anexo 4), su objetivo era evaluar cuantitativamente la comprensión por parte de los estudiantes de los conceptos trabajados, a partir del documental de la BBC – Paseando con monstruos: la vida antes de los dinosaurios (ver anexo 5).

- Los estudiantes mostraron altos niveles de aciertos entre un 57% y un 93%.
- Identificaron con facilidad algunos grupos de organismos del registro fósil como: trilobites, cefalópodos, peces primitivos, entre otros.
- Se observan asociaciones de varios grupos de organismos del registro fósil con organismos actuales.
- Reconocimiento e identificación adecuada de algunos períodos y otros elementos fundamentales en las eras geológicas y sus condiciones ambientales particulares.

Imagen 9

Portada del Quiz Paseando con monstruos de la sesión 1.2



Sección 1 de 8

QUIZ I: PASEANDO CON MONSTRUOS: "La vida antes de los dinosaurios"

B I U ↺ ↻

En este quiz se realizarán preguntas sobre el documental disponible en la plataforma classroom. Lea detenidamente cada una de las preguntas y luego elija la respuesta que considere correcta.

Este es el link del documental: https://youtu.be/6V7ORXR99Kw?si=gJ6FUHY_nmYtc2yi

Nota: https://docs.google.com/forms/d/1O4IZ9fOPpTkVWg2o168_X1J9JPiOgCLXaUVF6W4WaMg/edit?usp=forms_home&ouid=102707570793885003060&ths=true

El componente audiovisual del programa guía de actividades es fundamental (Ver anexo 1): permite y fortalece un aprendizaje significativo respecto los conceptos relacionados a geodiversidad. Esto coincide con lo planteado por Ruiz y Pedrinaci (1994), quienes mencionan que la alfabetización en geociencias requiere partir de la observación de imágenes o representaciones visuales, ya que el pensamiento geológico se apoya en la capacidad de interpretar “registros visibles” del pasado de la tierra.

Por otro lado, Serrano y Ruiz (2007) sostienen que la geodiversidad sólo puede comprenderse plenamente cuando un estudiante puede visualizar los cambios en la tierra a

través del tiempo, en este caso se requiere el reconocimiento de formas de vida ya desaparecidas, estructuras físicas del planeta como lo son las rocas y escenarios reconstruidos a partir de paleoambientes. Se observó que el documental y el quiz operaron como “ventanas” al tiempo profundo, esto puede ayudar a los estudiantes a relacionar los conceptos trabajados en las diferentes sesiones del programa guía de actividades.

Como lo menciona Carcavilla et al. (2008) en la enseñanza de la geodiversidad se debe exponer a los estudiantes evidencias visuales de los diferentes procesos geológicos y biológicos que se han dado a través del tiempo profundo, ya que estas permiten a los estudiantes asociar los conceptos abstractos (las eras, los paleoambientes, entre otros) con imágenes concretas identificables y que generan curiosidad en el estudiante, lo que se evidenció cuando lograron identificar trilobites, cefalópodos, peces primitivos y euriptéridos gracias al recurso visual y al uso del documental como complemento al cuento de la sesión dos del programa guía de actividades y la explicación docente.

Comprensión conceptual

A partir de los resultados obtenidos, se evidencia:

- Alto grado de comprensión respecto a las relaciones entre la atmósfera y la cantidad de oxígeno en relación con el tamaño corporal de los organismos.
- Un buen manejo de los estudiantes con respecto a las relaciones y conexiones entre procesos biológicos y los cambios geológicos.
- Se observaron dificultades como confusiones entre eras geológicas, nombres científicos, identificación del tiempo geológico, entre otros.

- El quiz muestra que los estudiantes tienen una buena comprensión entre relaciones biológicas y geológicas más allá del reconocimiento visual.

Los resultados obtenidos muestran como lo mencionan Sanz, Zamalloa et al. (2012), un pensamiento de” *tiempo profundo* ” inicial donde los estudiantes construyen vínculos y comparativos entre procesos biológicos, geológicos y climáticos, en este caso no es un acto de memoria si no por el contrario es un acto sistémico. Esto también se menciona por parte de Carrion Mero et al. (2018) donde la geodiversidad y su comprensión, implica principios de interpretación del planeta como un sistema dinámico, donde la aparición y desaparición en el registro fósil de grupos biológicos es fundamental para comprender los procesos evolutivos.

Los estudiantes deben integrar como lo menciona Gris (2004), la escala de tiempo geológico para poder realizar procesos de comprensión de la historia de la vida, lo cual implica para ellos desafíos de tipo cognitivo, que, mediante la narración visual, diversas estrategias que atraigan o generen curiosidad, les permite identificación y comprensión, mostrando indicios de aprendizaje significativo, estableciendo relaciones más allá de nombres científicos y periodos de una era geológica.

5.3 Resultados del análisis del Diario de Campo Digital (anexo 4)

Con respecto a la sistematización y análisis de los diarios de campo desarrollados durante la aplicación del programa guía de actividades **"Entre Segundos y Eras: Enseñanza del Concepto Tiempo y su Escala Geológica para un Aprendizaje Activo en el Aula"** (ver anexo 4), es importante aclarar que en el INEM Francisco de Paula

Santander se implementaron toda las sesiones, mientras que en el Colegio Antonio Villavicencio I.E.D. debido a dificultades de conectividad por cambio de operador la institución estuvo cerca de 2 meses sin servicio de internet, por lo cual solo se implementaron 5 sesiones del programa, además las dos salas de sistemas se comparten con las demás áreas, no obstante se logró desarrollar las sesiones de simulador gracias a las horas de trabajo en sala que cedió la asignatura de tecnología e informática.

Teniendo en cuenta las categorías de análisis establecidas según ICFES (2015), se pueden describen los siguientes resultados:

Pertinencia Pedagógica

Todas las sesiones implementadas del programa guía diferencialmente en cada institución, cumplieron con los objetivos establecidos, (Anexo 1). Las actividades que fueron diseñadas permitieron avanzar a los estudiantes, en la comprensión de los conceptos relacionados con la geodiversidad, teniendo en cuenta el análisis de ideas previas (ver anexo 3).

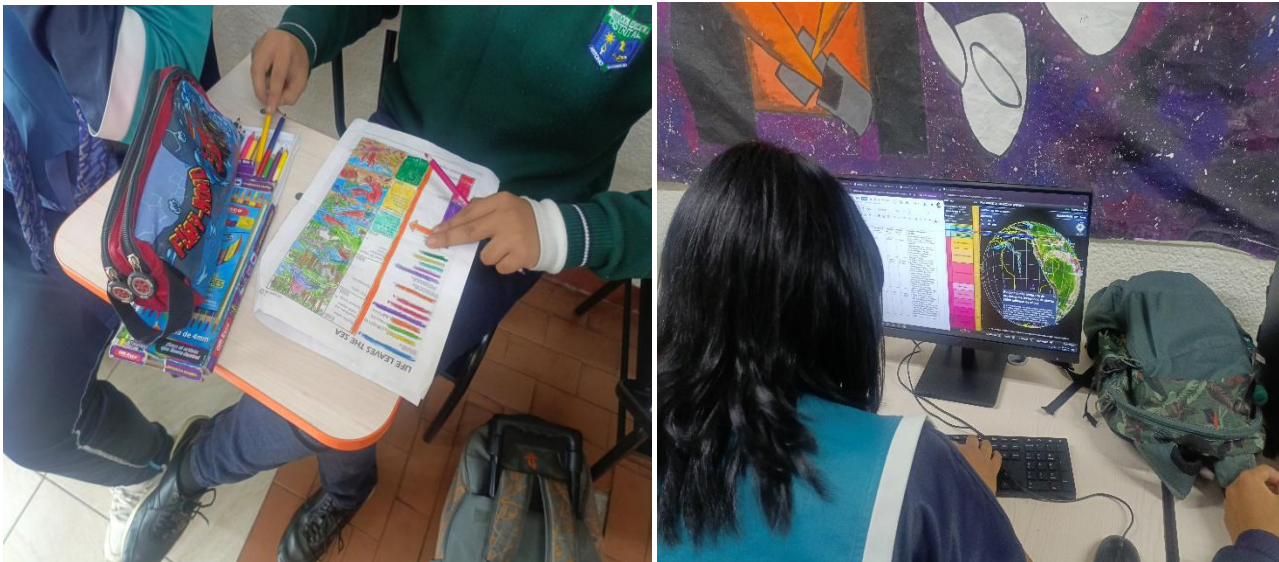
La estructura del programa guía de actividades es coherente con lo propuesto por Ruiz y Pedrinaci (1994), los cuales mencionan que la enseñanza de las ciencias de la tierra se debe enfocar en torno a actividades experienciales, donde los estudiantes pueden conectar con la observación constante, una mayor interpretación de los conceptos y permitiendo procesos de relacionamiento entre los fenómenos geológicos y los procesos cognitivos, para estudiantes de grado noveno.

Así mismo, como lo mencionan Serrano y Ruiz (2007) la enseñanza de la educación en geodiversidad debe estar enfocada en actividades donde los estudiantes reconocen el

planeta tierra como un sistema dinámico y no aislado, en donde los cambios son resultado de procesos complejos, lo que se puede evidenciar en los productos entregados por parte de los estudiantes en cada sesión.

Imagen 10

Trabajo con la escala de tiempo geológico en la sesión 3 con plancha para colorear y en las sesiones 4 y 5 con el simulador EarthViewer



Nota: fuente el autor – implementación Colegio Antonio Villavicencio I.E.D.

La pertinencia de las actividades también refleja las recomendaciones de Carcavilla et al. (2008), quienes destacan que comprender la geodiversidad requiere vincular materiales reales o visuales, escalas temporales y trabajo interdisciplinar, elementos presentes en múltiples sesiones del programa.

Es importante mencionar, que hay dificultades en la alfabetización digital por parte de los estudiantes en las dos instituciones, respecto al manejo de herramientas ofimáticas generó retrasos y ampliación de tiempos en las entregas. En el Colegio Antonio Villavicencio IED se dio un proceso más profundo de debate y construcción grupal en las

sesiones, pero dependencia de datos móviles por parte del docente por falta de conectividad institucional en el periodo de implementación del programa.

Interactividad y Participación

Se observó una participación alta en las actividades de cada sesión en ambas instituciones. Pero el trabajo colaborativo fue más organizado y eficiente en los estudiantes del Colegio Antonio Villavicencio I.E.D, en contraste se dieron espacios de mayor debate y discusión argumentada en el INEM Francisco de Paula Santander.

Con respecto a la literatura, se evidencian interacciones, construcción de actividades y presentación de productos a través del trabajo en grupo por parte de los estudiantes de ambas instituciones, teniendo en cuenta a Johnson, Johnson y Smith (1998), quienes establecieron cinco elementos esenciales: *interdependencia positiva, responsabilidad individual y grupal, interacción promotora, habilidades interpersonales y procesamiento grupal.*

Estos elementos se presentaron de forma constante cuando los estudiantes: construyeron líneas de tiempo de forma colectiva, la construcción de relojes geológicos en forma grupal y la distribución de roles dentro de los grupos para resolver las diferentes actividades de cada sesión establecida.

Aunque existieron limitaciones en el contexto por conectividad, dificultades por vulnerabilidad (falta de recursos internos y externos digitales), el aprendizaje cooperativo como lo mencionan Johnson, Johnson y Smith (1998), potencia la comprensión y la motivación de los estudiantes por reconocer y aplicar temáticas relacionadas con geodiversidad durante la implementación del programa.

Imagen 11

Trabajo cooperativo de revisión del reporte de ideas previas en aula, generado por I.A. en la sesión 1



Nota: grupos de estudiante del grado 901, Colegio Antonio Villavicencio I.E.D. Fuente: el autor

Imagen 12

Trabajo cooperativo en la sala de sistemas, sesiones 4 y 5



Nota: grupos de estudiantes de la sección 913, INEM Francisco de Paula Santander. Fuente: el autor

Accesibilidad y Usabilidad

En ambas instituciones se presentó una gran brecha digital durante la implementación del programa guía de actividades, por falta de conectividad y recursos digitales. Por un lado en el INEM Francisco de Paula Santander los equipos son lentos, hay fallos en los equipos funcionales, pero hay una infraestructura disponible digital; Mientras que en el Colegio Antonio Villavicencio IED gran parte de la conectividad se mantuvo en los datos móviles de la docente o en materiales offline establecidos (guías en papel), en pocas ocasiones infraestructura digital especializada, ya que dependía de acordar espacios de trabajo en la sala de informática que es utilizada por todos los grupos escolares de la jornada.

Imagen 13.

Aplicación sesión 4 y 5. Interacción de estudiantes con simulador.



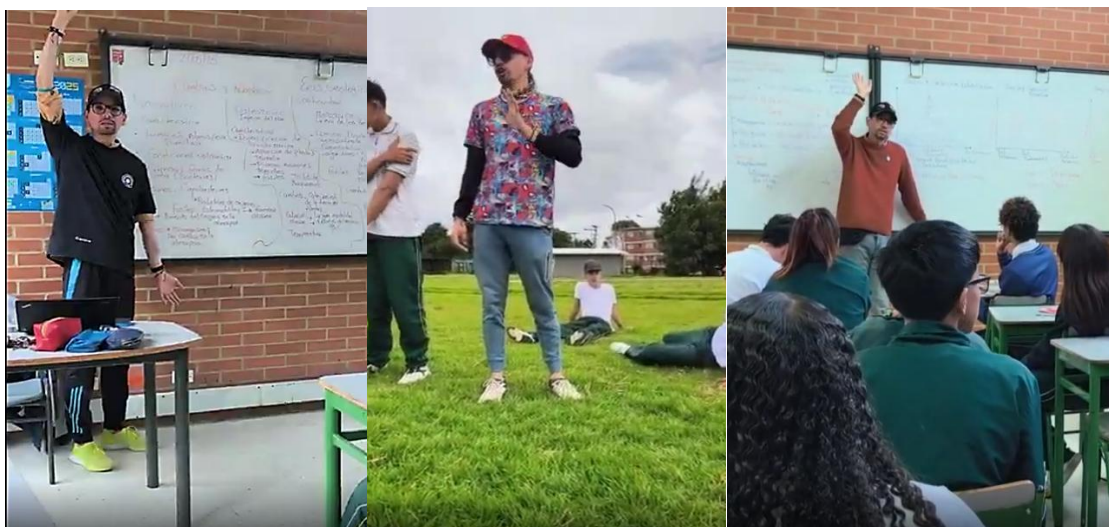
Nota: Sala de sistemas Colegio Antonio Villavicencio IED y sala de sistemas N° 7 INEM Francisco de Paula Santander. Fuente: el autor.

Para Carrión-Mero et al. (2018) el uso de la TIC en las geociencias no solo depende de la parte digital, la infraestructura y la conectividad, también de la forma en la que se adapte el proceso de aplicación de una estrategia, la facilidad con la que un docente puede aprovechar los recursos disponibles a nivel institucional y facilitar los procesos de comprensión de los estudiantes, enfocado en la representación visual, la simulación o las narrativas para explicar el tiempo profundo.

También se puede observar que en el caso del aprendizaje significativo con TIC, mencionan Orrego R., Aimacaña P. y Urquiza C. (2024) que el docente es un mediador del uso de herramientas digitales en el aula, para que los estudiantes puedan integrar los conocimientos adquiridos con sus ideas previas sobre estos temas, esto se puede identificar cuando la TIC no es un sustituto de la enseñanza del docente, sino por el contrario la amplían y generar mayores posibilidades de comprensión de los estudiantes sobre un concepto en particular.

Imagen 14

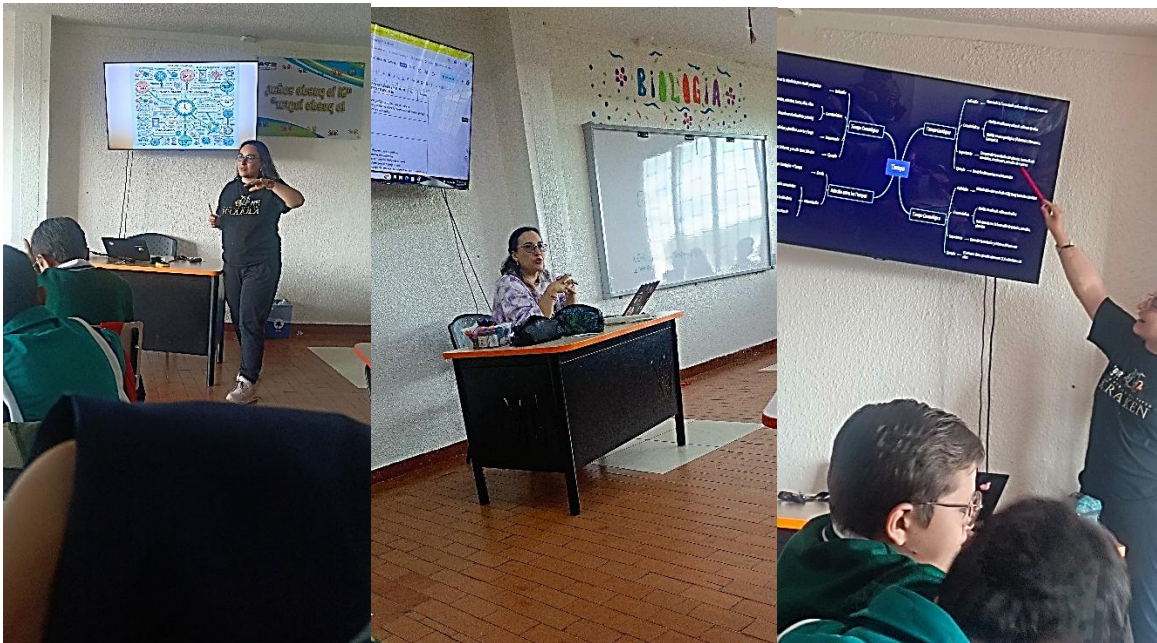
Trabajo en aula del docente Carlos Andrés López durante la implementación de la propuesta



Nota: INEM Francisco de Paula Santander. Fuente: el autor.

Imagen 15

Trabajo en aula de la docente María Cristina Martínez durante la implementación de la propuesta.



Nota: Colegio Antonio Villavicencio IED -aula de Biología Fuente: el autor.

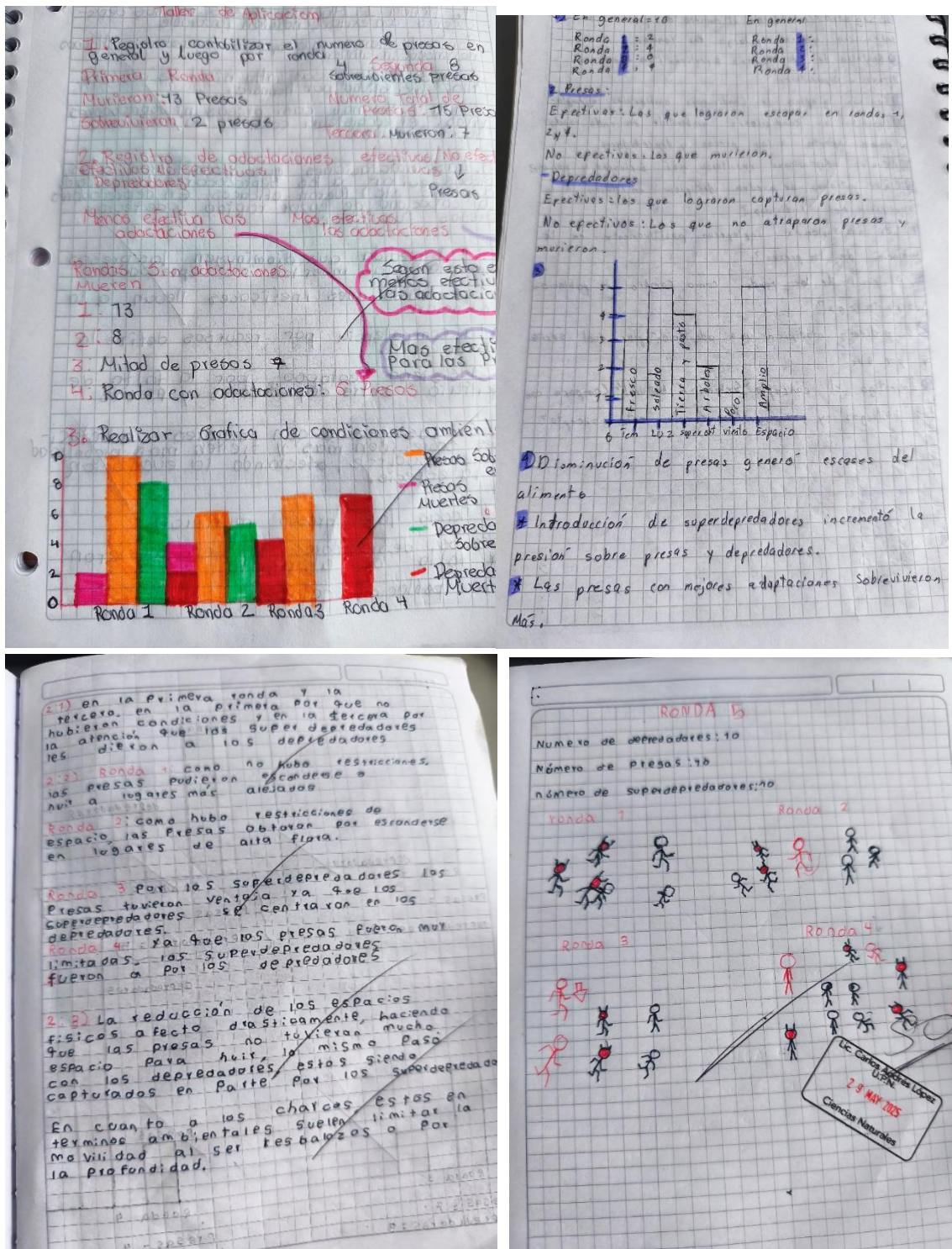
Integración Curricular

En ambas instituciones se presentó una fuerte articulación con las mallas curriculares. En las sesiones se integraron áreas como: matemáticas (líneas temporales y escalas), arte (representaciones de eras), inglés (vocabulario paleontológico) y tecnología (uso de simuladores y plataformas digitales).

El programa guía de actividades cumple los lineamientos de la educación STEM y el pensamiento científico. Es importante resaltar que de acuerdo con Gris (2004), para la enseñanza del concepto tiempo geológico, se requiere integrar de forma interdisciplinaria varias áreas de conocimiento, con el fin de que el estudiante logre asociar los diferentes fenómenos relacionados a la historia a través de la escala de tiempo geológico.

Imagen 16

Evidencias de la integración curricular con el área de matemáticas, sesión 6 en los cuadernos



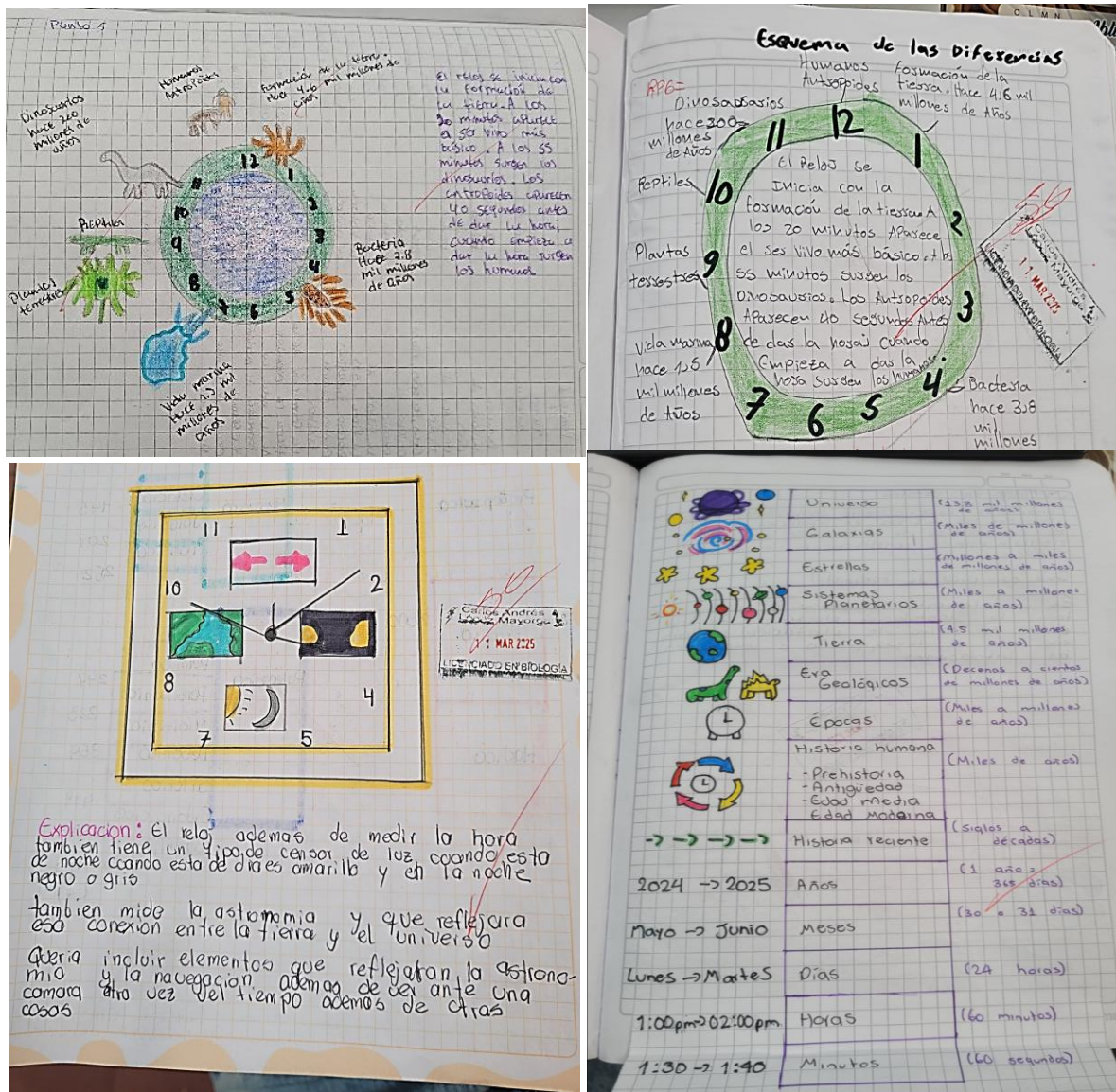
Nota: INEM Francisco de Paula Santander, secciones 913 y 914. Fuente: el autor.

Innovación y Creatividad

Se evidencia la construcción de relojes geológicos, uso de cuentos o relatos científicos, trabajo con simuladores interactivos, manejo de infografías digitales y actividades basadas en gamificación (carrera evolutiva).

Imagen 17.

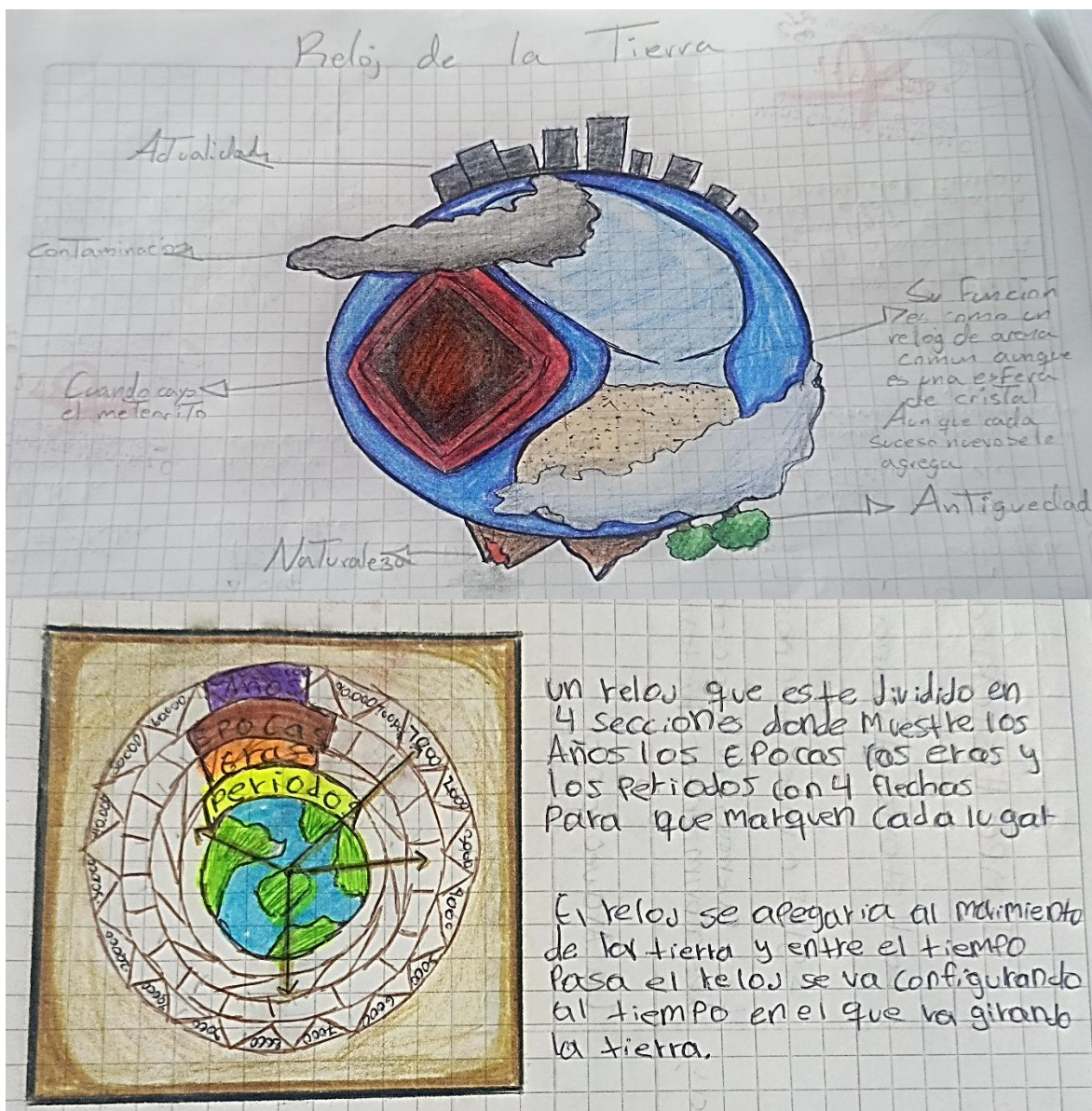
Entrega de estudiantes, sesión 1.2 construcción de relojes para medir el tiempo geológico.



Nota: INEM Francisco de Paula Santander Fuente: el autor.

Imagen 18.

Entrega de estudiantes, sesión 1.2 construcción de relojes para medir el tiempo geológico.



Nota: Colegio Antonio Villavicencio I.E.D. Fuente: el autor.

Se logra una innovación alta, en relación con los conceptos relacionados de geodiversidad y tiempo. Esto favorece los aprendizajes significativos y la motivación de los estudiantes. Lo cual como lo señalan Ocelli y Romano (2018), tanto los simuladores como todo tipo de recurso digital, permiten al docente crear situaciones de aprendizaje

particulares, las cuales no podrían ser posibles sin estos recursos, como una comprensión visual más cercana al tiempo geológico, los cambios planetarios o los procesos evolutivos a través de los millones años.

El uso de simuladores favorece el aprendizaje significativo si se tiene en cuenta que, se integró acertadamente con las explicaciones del docente, permitiendo a los estudiantes observar los cambios del planeta tierra en diferentes momentos del tiempo geológico, lo que en una fotografía o en un texto no generan curiosidad en los estudiantes. Se observó como el simulador fue fundamental para la identificación y aplicación de conceptos relacionados a geodiversidad.

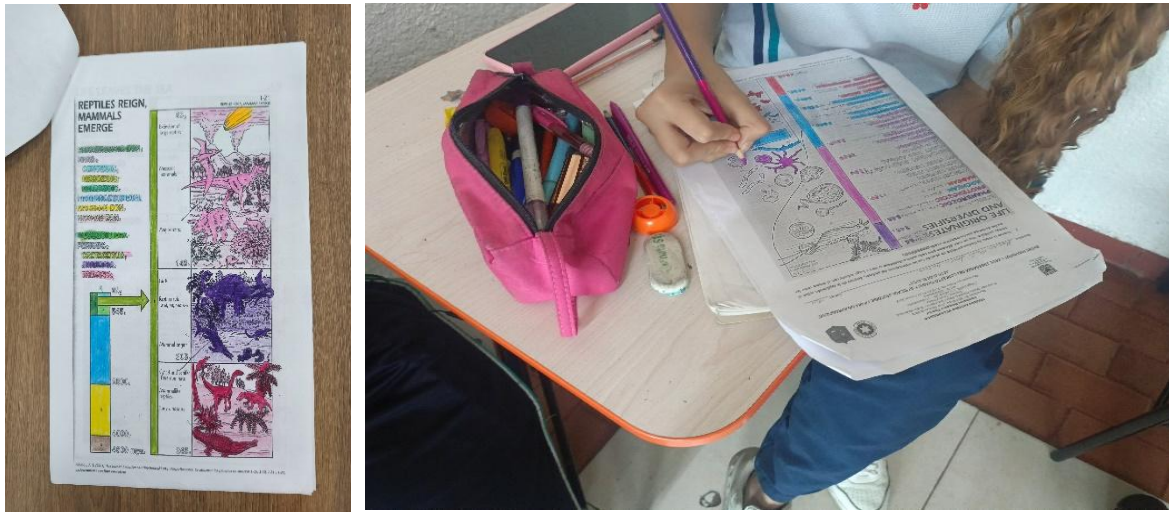
Adaptabilidad

Con respecto a la experiencia didáctica mediada por TIC: pudo ser usada en modo offline y remoto en ambas instituciones, se incluyeron materiales alternativos adicionales como refuerzo a la estrategia (guías para colorear, lecturas, observación de fósiles y visita a maloka) y la redistribución de roles dentro de los grupos de trabajo establecidos en cada sesión.

Se evidencia que la estrategia puede ser replicada en diversos contextos escolares, con mayores o menores recursos tecnológicos. En el caso del Colegio Antonio Villavicencio IED su adaptación se enfocó más en la didáctica; en el uso y aplicación teniendo en cuenta a los estudiantes, mientras que en el INEM Francisco de Paula Santander la adaptación se enfocó a las condiciones técnicas.

Imagen 19.

Aplicación sesión 3, escala de tiempo geológico



Nota: Colegio Antonio Villavicencio IED e INEM Francisco de Paula Santander. Fuente: el autor.

5.4 Reflexión sobre la implementación de la experiencia didáctica

En contraste con la literatura, los resultados obtenidos en la aplicación del programa guía de actividades en las dos instituciones, conecta con Silva (2014) quien menciona sobre el aprendizaje significativo: “La enseñanza debe adaptarse a la diversidad cognitiva y social del estudiante para generar conexiones auténticas con el conocimiento científico”. Esto se evidencia cuando la estrategia se ajusta durante su aplicación con respecto a ritmos de aprendizaje diferentes, niveles de comprensión heterogéneos, necesidades educativas específicas (PIAR) y barreras tecnológicas.

Con el uso flexible de las TIC, adicionando materiales físicos y el uso de representaciones visuales dentro de la estrategia, se logró la aplicación de algunos conceptos relacionados a geodiversidad, aun con las dificultades de conectividad correspondiente a los contextos escolares.

En general, sobre la experiencia didáctica los resultados obtenidos a través del análisis de la encuesta de ideas previas, los diarios de campo, los resultados del quiz paseando con monstruos y los registros audiovisuales y fotográficos, muestran que **se construyó un ambiente de aprendizaje, participativo, cooperativo y orientado a la comprensión profunda del tiempo geológico.**

Las observaciones descritas por los docentes evidencian que las actividades desarrolladas; las líneas del tiempo, ejercicios de modelación, el uso de simuladores, análisis de imágenes, narrativas como el cuento y la construcción de relojes geológicos, lograron un proceso satisfactorio de **transición desde concepciones cotidianas o ideas previas de los estudiantes, hasta la comprensión y aplicación de algunos conceptos relacionados a la geodiversidad**, estos procesos son descritos por Ruiz y Pedrinaci (1994) y Serrano y Ruiz (2007), cuando mencionan que la enseñanza del tiempo profundo o geológico, debe apoyarse en las experiencias graduales y estructuradas, en donde estas permiten relacionar la observación, con la interpretación y su vez con la explicación del docente, lo cual se evidencia en el **diseño gradual** del programa guía de actividades.

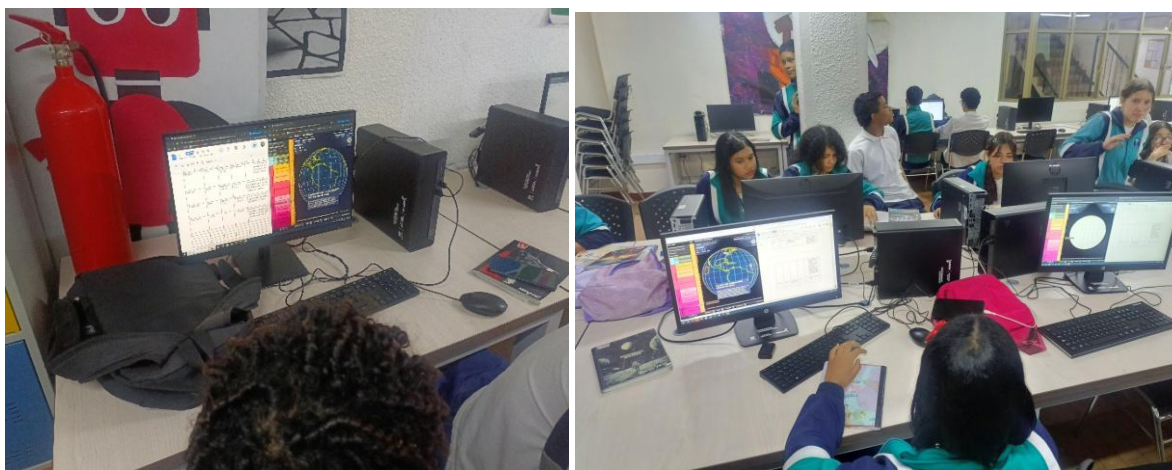
También, se evidencia la participación en cada sesión de los estudiantes. El trabajo cooperativo, las discusiones en clase en forma de debate y la creación conjunta de productos, como los relojes, los mapas conceptuales y las infografías para explicar algunos paleoambientes, demostraron procesos de aprendizaje cooperativo, los cuales son descritos por Johnson, Johnson y Smith (1998), cuando describen la interacción entre estudiantes y la responsabilidad compartida entre ellos, que permite identificar y aplicar conceptos de forma más elaborada en el área de ciencias naturales.

Por otro lado, la dinámica de los estudiantes en los grupos conformados como lo mencionan Sanz, Zamalloa et al. (2012), facilitó procesos de **argumentación, ya que logró la apropiación de conceptos más complejos relacionados a geodiversidad**, a medida que pasaban de sesión en sesión dentro de la implementación del programa guía de actividades.

El uso e incorporación de las TIC en el aula, aunque con limitaciones físicas y de conectividad en ambas instituciones, resultó fundamental, con la implementación en las sesiones de: simuladores, videos tutoriales o documentales, imágenes e interactividad relacionada a recursos digitales, **se observó que aun sin acceso permanente, el aula y los estudiantes se enriquecen con estos**, en la enseñanza de las ciencias naturales.

Imagen 20.

Trabajo en línea de los estudiantes, utilizando simulador y documento drive online en las sesiones 4 y 5.



Nota: INEM Francisco de Paula Santander y Colegio Antonio Villavicencio IED

La evidencia de los cambios del planeta a través de los millones de años, la observación y manipulación a través del simulador con el fin de ver en acción la deriva continental e identificar los continentes como piezas en movimiento constante, permite a los estudiantes reconocer las riquezas de su país a nivel de biodiversidad. Para Carrión-

Mero et al. (2018) las TIC fortalecen la enseñanza de la geodiversidad para visualizar procesos dinámicos y comparativos entre el pasado geológico de la tierra y la actualidad.

La adaptación de los docentes respecto a los recursos digitales disponibles y las limitaciones o escasez tecnológica de las instituciones responde como lo plantea Orrego R., Aimacaña P. y Urquizo C. (2024) **las TIC son una herramienta para generar aprendizaje significativo, cuando su propósito es claro y está encaminado con intención pedagógica.**

Se puede establecer que el programa guía de actividades: “ **Entre segundos y eras: enseñanza del concepto tiempo y su escala geológica para un aprendizaje activo en el aula**”; puede ser adaptado a distintos ritmos y necesidades de los estudiantes, las instrucciones, los apoyos visuales, el uso de plataformas intuitivas no complejas, como el simulador o el mismo classroom, permiten accesibilidad a los estudiantes, como lo señala Silva (2014): **el aprendizaje significativo ocurre cuando las actividades de una estrategia se ajustan a las ideas previas y condiciones reales del grupo.**

El tránsito observado desde concepciones intuitivas del tiempo hacia explicaciones científicas, junto con la capacidad de relacionar procesos geológicos, biológicos y atmosféricos; demuestra que la experiencia didáctica ofreció anclajes conceptuales adecuados para el aprendizaje de conceptos asociados a la geodiversidad. En síntesis, los resultados indican que promovió aprendizajes estables, funcionales y conceptualmente profundos, coherentes con los criterios de aprendizaje significativo planteados por Silva (2014).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implementación del programa guía de actividades: ***“Entre segundos y eras: enseñanza del concepto tiempo y su escala geológica para un aprendizaje activo en el aula”***, permitió responder de manera clara y fundamentada a la pregunta de investigación planteada, se logró mejorar de manera significativa la comprensión del tiempo geológico y los procesos asociados a la geodiversidad en estudiantes de ciclo IV (grado noveno) de las dos instituciones educativas.

Aunque en el Colegio Antonio Villavicencio, solo se implementaron cinco sesiones del programa, debido a dificultades de conectividad por cambio de operador en el distrito en comparación con las siete sesiones del INEM Francisco de Paula Santander, las actividades implementadas enriquecieron significativamente el ambiente de aprendizaje y permitieron con adaptaciones didácticas (como el uso de guías, explicaciones con apoyo audiovisual, aula invertida, conexión con datos personales entre otras), a los estudiantes comprender conceptos básicos asociados a la geodiversidad.

Con respecto a la evaluación integral de la propuesta, se identificó que tanto la encuesta de ideas previas, el quiz de identificación visual (paseando con monstruos) y la observación participante sistemática registrada en el diario de campo por los docentes; mostraron que **los estudiantes avanzaron desde un proceso de concepciones fragmentarias del concepto tiempo, hacia interpretaciones coherentes de la historia de la Tierra a través del tiempo geológico**, logrando establecer relaciones entre escala temporal, procesos geológicos y cambios biológicos dentro de las dinámicas del planeta.

En referencia al diseño de una estrategia didáctica mediada por TIC para abordar la enseñanza y el aprendizaje de la geodiversidad, resultó pertinente y efectiva, tanto las

actividades de cada sesión, las herramientas de apoyo como los simuladores, videos, líneas de tiempo, relojes geológicos contruidos por los estudiantes, narrativas como cuentos, **permitieron pasar de ideas de su vida cotidiana a nociones formales de tipo geocientíficas.** Por otro lado, las secuencias de las sesiones con sus diferentes actividades permitieron un proceso progresivo conceptual coherente, relacionando y aproximando áreas como las matemáticas, arte, lenguaje y tecnología.

En cuanto a los procesos de implementación de la estrategia didáctica mediada por TIC, se evidencio un alto nivel de participación de los estudiantes, presentaron motivación, curiosidad y un gran trabajo colaborativo, a pesar de las limitaciones, estructurales, de conectividad y en ocasiones de comportamiento de los estudiantes, con ayuda de la mediación del docente y la adaptación de la estrategia didáctica, lograron que fuera posible con recursos digitales y analógicos: la aplicación y construcción de actividades significativas en el aula. Se observó cómo los estudiantes a través de las actividades demostraron interés y disposición a los procesos de cada sesión, con la capacidad de construir de forma colectiva y generando comprensión de fenómenos que no pueden ser observados en el día a día.

Frente al análisis de resultados obtenidos, de la implementación de la estrategia didáctica mediada por TIC, se puede mencionar que esta **mejoró visiblemente en los estudiantes la comprensión de conceptos base de la geodiversidad**, particularmente; el quiz reveló que se presentaron niveles altos de reconocimiento visual y algunos conceptual.

Por parte de los estudiantes, en el caso de diario de campo de los docentes, se encontró argumentación, principios de análisis y representaciones del tiempo profundo o geológico, se debe aclarar que aun con limitaciones generadas por el contexto particular,

como la poca conectividad y la falta de infraestructura especializada, las **TIC generan un impacto positivo y permiten un espacio diferencial al aula tradicional y deben ser integradas de forma flexible en las clases de área de ciencias naturales.**

En síntesis, esta propuesta concluye que la elaboración de una experiencia didáctica mediada por TIC constituye un recurso fundamental en la enseñanza de la geodiversidad, en particular para la educación básica secundaria. Su importancia radica en ir más allá de la tecnología utilizada, **construyendo procesos de tipo pedagógicos que le dan un cuerpo robusto y adaptativo a diferentes tipos de contextos educativos, con la unificación de actividades visuales, interacciones de tipo colaborativo entre estudiantes y las mediciones del docente de forma constante según el requerimiento de la sesión en particular.**

Finalmente, se considera tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Fortalecer el empleo de simuladores, modelos digitales y narrativas visuales para apoyar la comprensión del tiempo profundo y los procesos de la geodiversidad, desarrollando además versiones offline o híbridas que permitan la implementación en contextos con limitaciones tecnológicas más complejas de conectividad, pero estas requieren de equipos mínimos, como acceso a pantallas para proyección que apoyen la labor del docente en aula regular.
- Garantizar el acceso desde el área de ciencias naturales, en las dos instituciones a equipos funcionales y aumentar la conectividad de los existentes para que puedan utilizarse como ambientales virtuales de aprendizaje, que sean un apoyo para el trabajo en aula regular.

- Generar estrategias institucionales de anclaje de los recursos educativos a plataformas LMS a las que tienen acceso las instituciones públicas en Bogotá, para lo cual se requiere correos institucionales, capacitaciones para docentes e incentivar el uso de las TIC como mediadoras de los procesos educativos, generando procesos de apropiación de estas, desde el entorno familiar.
- Mantener e intensificar el trabajo cooperativo mediante discusiones guiadas, análisis de casos y construcción conjunta de explicaciones geológicas, pues estas dinámicas favorecen la apropiación conceptual y el pensamiento científico.
- Incorporar rúbricas y actividades de evaluación continua que valoren la representación gráfica, la interpretación de registros geológicos y la justificación de hipótesis, reforzando así la comprensión procesual del tiempo geológico.
- Dar continuidad institucional a la experiencia didáctica diseñada: “**Entre segundos y eras: enseñanza del concepto tiempo y su escala geológica para un aprendizaje activo en el aula**”, promoviendo espacios de formación docente específicos en mediación TIC para geociencias, favoreciendo la sostenibilidad y actualización de la propuesta en el mediano plazo.
- Por último, la experiencia didáctica mediada por TIC aplicada y evaluada contribuye a la formación científica de los estudiantes, permite un fortalecimiento y afianzamiento de principios de alfabetización geocientífica, lo que proyecta una experiencia que puede ser replicable y escalable en diversas instituciones con limitaciones y contextos adversos.

8. REFERENCIAS

Ausubel, DP (1963). *La psicología del aprendizaje verbal significativo*. Grune - Stratton.

Carcavilla, L., Durán, JJ y López-Martínez, J. (2008). Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10, 1299-1303. VII Congreso Geológico de España. Las Palmas de Gran Canaria.

Carrión Mero, P., Herrera Franco, G., Briones Bitar, J., & Sánchez Padilla, C. (2018). La Geodiversidad, un componente de desarrollo sostenible. *Revista de Ciencia e Investigación: Revista Ciencia e Investigación*, 3(ICCE), 36-42.

Gonçalves, R. y Machado, DM (2005). Cómics: investigación de conceptos y de términos paleontológicos, y uso como recurso didáctico en la educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 263-274.

Gould, S. J. (1987). Time's arrow, time's cycle: Myth and metaphor in the discovery of geological time. Harvard University Press.

Granda, L. y Bernabé, FN (2024). El tiempo como recurso pedagógico en la enseñanza de las ciencias naturales del nivel de educación primaria: progresividad, continuidad y espiralización en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista de Educación en Biología*, 27(1). <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v27.n1.41839>

Hederich Peláez, L. (2023). Estimación de la geodiversidad en Parques Nacionales Naturales, ¿Qué estamos protegiendo? *Facultad de Ciencias. Departamento de Geociencias*. Bogotá, Colombia.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación – ICFES. (2015). Evaluación de Carácter Diagnóstico Formativa (ECDF): Docentes de aula. Ministerio de Educación Nacional.

Johnson, D. W., Johnson, R. T. y Smith, K.A. (1998). Cooperative learning returns to college: ¿What evidence is there that it works? *Change*, 30(4), 27-35.

López García, J. C. (2019). Diario de campo [Presentación en PowerPoint].

Nácar, EP y Pachano, L. (2007). Geología en el aula vs. Geología cotidiana. Visiones contrapuestas de una realidad compartida. *Geo enseñanza*, 12(1), 91-100.

Occelli, M., García Romano, L., Fainsod, P., Bravin, P. C., & Schvara, V. (Comps.). (2018). Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos: Volumen I. Fundamentos y reflexiones. Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28986.39362>

Orrego Riofrío, MC, Aimacaña Pinduisaca, CJ, & Urquizo Cruz, EP (2024). Simuladores Virtuales en el Proceso de Aprendizaje de las Ciencias Experimentales. *Dominio De Las Ciencias*, 10(3), 40–56. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i3.3916>

Orrego-Riofrío, MC, Aimacaña-Pinduisaca, CJ y Urquizo-Cruz, EP (2024). Herramientas tecnológicas en la enseñanza de las ciencias. *Revista de Innovación Educativa*, 15(2), 45-60.

Pelegrín, JS (2024). El primer pájaro del terror de Colombia: un gigante que reescribe la paleoecología y paleobiogeografía del Mioceno de La Venta. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 48(189), 963-966.

Prieto, A. (2014). Metodologías inductivas: El desafío de enseñar mediante el cuestionamiento y los retos. Texto Digital.

Rojas López, J. (2005). Los desafíos del estudio de la geodiversidad. *Revista Geográfica Venezolana*, 46(1), 143–152. Universidad de los Andes.

Ruiz, PB y Pedrinaci, E. (1994). Concepto de tiempo geológico: orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2(1), 240-251.

Santiago, R. (2018). Aprender al revés: Flipped learning 3.0 y metodologías activas en el aula. Paidós Ibérica.

Sanz, J., Zamalloa, T., Echevarría, I., Maguregi, G., & Fernández, D. (2012). Geodiversidad y patrimonio geológico en la educación: análisis diagnóstico para su integración efectiva en la educación secundaria del País Vasco. En *Comunicaciones del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología* (págs. 237-242). Universidad de Huelva.

Serrano, E. y Ruiz-Flaño, P. (2007): Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria), *Boletín de la A.G.E.*, 45:79-98.

Silva, AG (2014). El aprendizaje significativo vivencial en las Ciencias Naturales. *EduSol*, 14(49), 1-13. Centro Universitario de Guantánamo, Guantánamo, Cuba.

Tyler, RW (1949). *Principios básicos del currículo y la instrucción*. University of Chicago Press.

Zamalloa, T., Sanz, J., Maguregi, G., Fernández, MD, & Echevarría, I. (2014). Acercar la geodiversidad a través de las salidas de campo en la ESO. Una investigación con el profesorado de ciencias de Bizkaia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 443-467.



ANEXO 1



PROGRAMA GUIA DE ACTIVIDADES - CICLO IV

Experiencia Didáctica – Programa guía de actividades

"Entre Segundos y Eras: Enseñanza del Concepto Tiempo y su Escala Geológica para un Aprendizaje Activo en el Aula"

En los siguientes enlaces puede acceder al documento base del diseño del programa guía de actividades (producto del trabajo en las asignaturas: diseño de experiencias de aprendizaje mediadas por TIC I y II) y la construcción del LMS para las sesiones 1 y 2 en plataforma classroom (construido desde la asignatura de diseño curricular):

- **Documento base programa guía de actividades:**

<https://docs.google.com/document/d/1sAQ6iwovgt0mvQB9AxxmmjP0iLTDAHXLn/edit?usp=sharing&ouid=103544432764242042048&rtpof=true&sd=true>

- **Carpeta completa del programa:**

https://drive.google.com/drive/folders/1ryU2ncEuZlRsYipG0_AfZ5kHI-chWsRu?usp=drive_link

- **Diseño curricular para las sesiones 1 y 2 en LMS (classroom)**

https://drive.google.com/drive/folders/1uv718XecGw9kaaUzqw1muzL30B7hvV43?usp=drive_link

En la siguiente tabla encontrará una síntesis detallada de cada sesión del programa, con su objetivo y descripción general de actividades.

Sesión	Objetivo	Descripción de Actividades
1 ¿Qué identifiqué como tiempo?	Comprender el concepto de tiempo desde diferentes perspectivas y diferenciar el tiempo físico, histórico y geológico.	- Formulario de ideas previas en Google Forms. - Mesa del tiempo: análisis grupal del resumen generado por IA. - Elaboración de mapa conceptual, cuadro comparativo y propuesta de un reloj geológico. - Explicación magistral: ¿Qué es el tiempo? - Visualización del documental 'Paseando con monstruos' y quiz virtual.
2	Explorar cambios en las eras geológicas y	- Mesa redonda: discusión del documental y quiz

Eras geológicas y manejo del concepto tiempo	climáticas, desarrollando pensamiento crítico sobre la escala temporal.	anterior. - Lectura guiada: ‘El viaje de Alex a través del tiempo’. - Explicación docente por eras geológicas. - Quiz virtual sobre el tiempo geológico.
3 Coloring the Geological Time Scale	Representar cronológicamente los cambios geológicos mediante planchas de colorear siguiendo la escala temporal.	- Video introductorio sobre eras geológicas. - Coloración de planchas en inglés (Zihlman, 2001) por eones, eras y periodos. - Explicación sobre los paleoambientes. - Trabajo en casa: mapa conceptual sobre los paleoambientes.
4 y 5 Simulando los cambios a través del tiempo (EarthViewer)	Analizar datos geológicos mediante simulación digital y relacionarlos con cambios atmosféricos, geográficos y biológicos.	- Explicación sobre especiación, extinción y cambios geológicos. - Reconocimiento del simulador EarthViewer. - Trabajo colaborativo en guía digital en Drive. - Registro de datos: oxígeno, CO ₂ , duración del día, posición geográfica. - Mesa redonda de retroalimentación.
6 Carrera Evolutiva “Presas vs Depredadores”	Comprender selección natural, adaptación y presión de selección mediante una simulación corporal.	- Simulación de interacción depredador–presa en 4 rondas. - Registro y análisis de datos (capturas, supervivencia). - Construcción de gráficos. - Preguntas de análisis evolutivo. - Mesa redonda sobre percepciones y aprendizajes.
7 Tras las Huellas del Tiempo: Paleoambientes de Colombia	Reconstruir paleoambientes colombianos usando fósiles, clima y evidencias geológicas.	- Lectura explicativa sobre paleoambientes colombianos. - Explicación del docente. - Trabajo grupal: reconstrucción de un paleoambiente mediante rompecabezas o presentación digital. - Ficha técnica (era, fósiles, ambiente, hipótesis de extinción). - Reflexión individual y socialización.

ANEXO 2

MODELO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN EXPERIENCIA
EDUCATIVA MEDIADA POR TIC**



Bogotá, D.C. – 15 de julio del 2025

Estimados padres, madres y/o acudientes:

Reciban un cordial saludo.

El Colegio Antonio Villavicencio I.E.D y INEM Francisco de Paula Santander IED, en el marco del proyecto de investigación educativa titulado ***“Exploración de la geodiversidad: diseño de una experiencia didáctica mediada por TIC”***, liderado por la docente María Cristina Martínez Cano docente de Ciencias Naturales y Educación Ambiental del y el docente Carlos Andrés López Mayorga docente de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, tiene el gusto de invitar a su hijo(a) a participar en una experiencia pedagógica que busca fortalecer el aprendizaje en el área de ciencias naturales, *teniendo en cuenta el concepto “geodiversidad” y su relación con el cambio climático, a través del uso de herramientas tecnológicas.*

Esta estrategia de aula hace parte del trabajo de grado de maestría en Educación Mediada por TIC de la Universidad ICESI, y será implementada con algunos estudiantes de grado noveno en el marco de sus clases regulares de Ciencias Naturales.

¿En qué consiste la participación de su hijo(a)?

- Participar en actividades educativas mediadas por TIC (videos, simuladores, líneas de tiempo, formularios digitales, entre otros).
- Responder encuestas virtuales sobre sus ideas previas en temas relacionados a geología y biodiversidad.
- Realizar actividades prácticas individuales y grupales en el aula de clase.
- Ser parte del análisis cualitativo de los resultados académicos derivados de esta experiencia.

Uso de datos e imágenes

Con su autorización, se podrán:

- Analizar de forma anónima los resultados obtenidos para fines pedagógicos y de investigación.
- Utilizar registros audiovisuales (fotos o videos) tomados durante las sesiones, exclusivamente con fines educativos, investigativos y académicos. Estos materiales no serán difundidos en redes sociales ni en medios públicos sin autorización adicional específica.

Confidencialidad y voluntariedad

- La participación es totalmente voluntaria y no afectará en ningún caso las calificaciones u otros aspectos académicos de su hijo(a).
- Los datos recolectados serán tratados de forma anónima y confidencial conforme a la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales en Colombia.
- En cualquier momento, usted o su hijo(a) pueden retirar su consentimiento sin ninguna consecuencia académica o disciplinaria.

Autorización

Por medio del presente formato, autorizó la participación de mi hijo(a) en la experiencia educativa descrita y permito el uso de sus datos académicos y registros audiovisuales con fines exclusivamente pedagógicos y de investigación.

Nombre del estudiante: _____

Grado y grupo: _____

Nombre del padre/madre/acudiente: _____

Número de documento de identidad del acudiente: _____

Firma del padre/madre/acudiente: _____

Teléfono de contacto: _____

Fecha: _____



ANEXO 3

SISTEMATIZACIÓN DE DATOS

ENCUESTA DE IDEAS PREVIAS



En la sistematización se utilizó el formulario de Google Forms para el diseño del Test de ideas previas y se generó la base de datos, utilizada para el análisis de categorías, a los cuales puede acceder en los siguientes enlaces:

- **Test de ideas previas:** <https://forms.gle/Hu5MJkeqB8c1dxsB8>
- **Base de datos:**

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1KbEQpvy4W54cV-zxEHoPIHQ3cPiWOZA/edit?usp=sharing&ouid=103544432764242042048&rtpof=true&sd=true>

A continuación, se presenta la sistematización y análisis de datos obtenidos en las respuestas enviadas, con ejemplos puntuales extraídos de las respuestas de los estudiantes sobre cada categoría y subcategoría de análisis:

Categoría		
Conceptualización del tiempo		
Percepciones y saberes que los estudiantes tienen sobre el concepto de "tiempo". Aquí se observa cómo define y experimenta el tiempo desde una perspectiva personal, cultural o científica. <i>Preguntas base de la encuesta:</i> - ¿Qué piensas cuando escuchas la palabra "tiempo"?		
Subcategorías		
Percepción subjetiva <i>Respuestas que mencionan la experiencia personal y subjetiva del tiempo.</i> Código asignado de identificación: C1.1	Asociaciones visuales/tangibles <i>Palabras clave relacionadas con herramientas o símbolos del tiempo</i> Código asignado de identificación: C1.2	Definiciones científicas/abstractas <i>Conceptos de física o teorías abstractas, suposición.</i> Código asignado de identificación: C1.3
C1.1.1. “El pasar de los días, semanas o años” C1.1.2. “Pues yo pienso en lo que a transcurrido a través del	C1.2.1. “Un reloj”. C1.2.2. “..en un reloj, y tiempo de años”	C1.3.1. “Es una magnitud física C1.3.2. “En una línea de tiempo” C1.3.3. “La medida de las horas o minutos”

<i>pasado y de lo que va a pasar en el futuro</i> C.1.1.3. <i>“Escucho la progresión continua de los acontecimientos desde el pasado, presente y futuro”</i> C.1.1.4. <i>“pienso en un ciclo de nuestra vida q da vueltas y no es posible perder ese ciclo”</i> C.1.1.5. <i>“De la constante idea de seguir con mis labores de vida antes que sea tarde para poder realizarlas”</i> C.1.1.6. <i>“Momentos míos en tiempos pasados y futuros momentos”</i> C.1.1.7. <i>“recuerdos”</i> C.1.1.8. <i>“Pienso en mi futuro, también es como ser paciente y que todo sea a su tiempo”</i>	C.1.2.3. <i>“Cuando escucho la palabra tiempo pienso en las eras o en el reloj.”</i> C.1.2.4. <i>“Reloj y números”</i> C.1.2.5. <i>“El reloj, clima, año, hora, segundo, minutos”</i> C.1.2.6. <i>“En un reloj imparante en la vida de todos que nos mueve con sus manecillas es algo que mide la duración de acontecimientos”</i> C.1.2.7. <i>“pienso en un reloj”</i> C.1.2.8. <i>“...en un reloj”</i>	C1.3.4. <i>Cómo pasan las horas, días, meses y años</i> C1.3.5. <i>“Minutos, segundos, y días”</i> C1.3.6. <i>“Pienso en las horas, los minutos, los días, los meses, años”</i> C1.3.7. <i>“En como un momento, sucesos, horas, minutos y segundos”</i> C1.3.8. <i>“Es el concepto que mide existencia”</i> C1.3.9. <i>“Pienso en el transcurso de los días, meses, años etc.”</i> C1.3.10. <i>“Que es un tiempo de relativo, que es surrealista”</i> C1.3.11. <i>“Día hora minutos segundos”</i> C1.3.12. <i>“Horario o hora minutos o segundos”</i> C1.3.13. <i>“Pienso en algo que siempre avanza, una medida como lo son los segundos o minutos, o una sensación de que pasa rápido o lento según lo que estamos viviendo”</i>
---	--	--

Categoría Tiempo en la naturaleza		
Agrupación de las respuestas que conectan el concepto de tiempo con procesos naturales y su manifestación en el mundo vivo. Se enfoca en cómo el tiempo se observa y mide en la naturaleza, a través de ciclos y fenómenos.		
<i>Preguntas base en la encuesta:</i> - ¿En qué situaciones de la vida diaria usamos el concepto de tiempo? - ¿Qué ideas, imágenes o sensaciones vienen a tu mente cuando hablamos del tiempo? - ¿Cómo te das cuenta de que el tiempo pasa o se detiene? Piensa en momentos específicos. - ¿Cómo crees que se mide el tiempo en la naturaleza? - ¿Piensas que los seres vivos y la naturaleza usan el tiempo de la misma forma que nosotros? Escribe ejemplos de cómo el tiempo influye en cosas como el crecimiento de una planta o el ciclo de vida de un animal.		
Subcategorías		
Ciclos naturales <i>Ejemplos de ciclos diarios o anuales (día/noche, estaciones) y procesos observables en la naturaleza.</i> Código asignado de identificación: C2.1	Tiempo en seres vivos <i>Ejemplos específicos del tiempo en la vida de organismos.</i> Código asignado de identificación: C2.2	Medición natural del Tiempo <i>Métodos o fenómenos en la naturaleza que pueden "medir" el tiempo.</i> Código asignado de identificación: C2.3
C2.1.1. "Al ver la hora del día y PS si es de noche o de día" C2.1.2. "Al ver la hora, el clima y el calendario" C2.1.3. "En todo se utiliza al levantarse y al dormirse" C2.1.4. "en el horario en la planificación de mi día en los estudios en las tareas de día a día" C2.1.5. "En todo el transcurso del día para tener contabilidad de los tiempos que debo manejar" C2.1.6. "En año viejo a las 12 de la noche cuando pienso en todo lo que paso en el año" C2.1.7. "Al preguntar la fecha, a veces veo que el tiempo pasa muy rápido y ahora estamos en muchos días después de los que yo pensaba" C2.1.8. "Cuando sale el sol y también cuando sale la luna dependiendo de la hora"	C2.2.1. "Cuando van creciendo las plantas, flores o en los cultivos de alimentos, dependiendo de la luz, agua o temperatura". C2.2.2. "Se mide cuando vemos que la naturaleza evoluciona en muchos sentidos como por ejemplo los animales se reproducen o crecen los árboles y hechan frutos o cuando una flor se marchita o florece de nuevo entre muchas que otras cosas" C2.2.3. "Cómo cuando los árboles se marchitan y sus hojas empiezan a caerse" C2.2.3. "Las imágenes que vienen a mi mente son los dinosaurios, los cavernícolas y momentos divertidos. Y las sensaciones son alegría y nostalgia." C2.2.4. "A través de las arboledas, plantas..." C2.2.5. "Por los árboles, por las temporadas, por las temperaturas, cambio de hojas en los árboles"	C2.3.1. "Cuando sale el sol y también cuando sale la luna dependiendo de la hora" C2.3.2. "mirando la posición del sol en el cielo" C2.3.3. "Pues con los cambios climáticos, el sol, la luna, noche día etc." C2.3.4. "Los árboles creen dan frutos" C2.3.5. Cuando las plantas ya dieron o no dan más frutos C2.3.6. "El tiempo como lo percibimos está determinado básicamente por dos movimientos naturales de la Tierra, el de rotación y el de traslación" C2.3.8. "Mediante lo que está pasando en el tiempo del día o mientras los días pasan y están creciendo nuevas plantas" C2.3.9. "se mide ya sea por ejemplo en el ciclo de un árbol,

C2.1.9. “Mediante los ciclos naturales, cómo el día y la noche, también el cambio de estaciones y clima, el crecimiento de las plantas con el paso del tiempo” C2.1.10. “El ciclo del Día y noche”	C2.2.6. “cuando las crecen plantas o vienen temporadas de lluvia” C2.2.7. “se mide con árboles, la sombra y el sol”. C2.2.8. “Por los árboles, por las temporadas, por las temperaturas, cambio de hojas en los árboles”	la de un animal pequeño creciendo y la nueva vegetación que va creciendo” C2.3.9. “Por el día y la noche en la naturaleza también se puede utilizar el sol y como hace que la sombra de los objetos de una hora como los árboles” C2.3.10. “Creo que el tiempo en la naturaleza se mide con el nacimiento de nuevas especies de animales y extinciones de otros”
--	---	---

Categoría Diferencias entre tiempo humano y tiempo universal		
Abarca las respuestas que distinguen entre el tiempo que perciben los humanos y el tiempo cósmico o universal. Los estudiantes exploran cómo el tiempo es relativo y puede tener diferentes escalas y significados dependiendo del contexto Preguntas base: ¿Qué diferencia crees que existe entre el tiempo de los humanos y el tiempo del universo?		
Subcategorías		
Comparación con tiempo cósmico <i>Respuestas que contrastan el tiempo humano frente a escalas cósmicas o universales.</i> Código asignado de identificación: C3.1	Escalas de tiempo <i>Menciones de escalas mayores que los humanos, como el tiempo geológico o de eras.</i> Código asignado de identificación: C3.2	Relatividad y diferencias <i>Exploraciones de cómo el tiempo puede ser percibido de distintas maneras, dependiendo del contexto, como la velocidad de cambio en un organismo frente al tiempo de una galaxia</i> Código asignado de identificación: C3.3
C3.1.1. “Pues yo siento que el tiempo de los humanos puede variar dependiendo de su ubicación en el universo” C3.1.2. “Para mí una diferencia clave es cómo se mide el tiempo por ejemplo en el universo se mide en años luz y en el de los humanos son horas, minutos, segundos, años, etc”. C3.1.3. “El tiempo humano está influenciado por factores como la emoción, la atención o la memoria. Y el tiempo del universo es determinado por leyes físicas como la teoría relativa”. C3.1.4. “Que el tiempo de los humanos es más sencillo de comprender mientras que el del universo ya está asociado a diferentes conceptos complejos como las teorías físicas”. C3.1.5. “El tiempo humano es breve y subjetivo mientras que el tiempo del universo abarca escalas muchos más grandes y es más objetivo”.	C3.2.1. “A mí parecer es mucho más corto debido a que todo proceso evolutivo como nacer crecer y reproducir llega a su fin que el universo no es infinito tiene sus desgastes, pero es un proceso muchísimo más largo” C3.2.2. “El tiempo del universo se considera como un espacio - tiempo, en el que el tiempo y el espacio están unidos”. C3.2.3. “Mucha, el tiempo humano es subjetivo y corto, medido en días y años. El tiempo del universo es inmenso y se rige por procesos cósmicos que duran millones o miles de millones de años”. C3.2.4. “El tiempo de nosotros los humanos es más corto y medio de los días y años basado en nuestra percepción. El tiempo del universo es más largo se mide con años luz, eones y eras cósmicas”. C3.2.5. “Nosotros los humanos medimos el tiempo en segundos, minutos, horas. Mientras q el universo lo mide en años luz, millones de años”.	C3.3.1. “Pues según yo el campo gravitatorio que hace más o menos lento el tiempo dependiendo de su campo gravitacional como los agujeros negros”. C3.3.2. “Los años que se pasan en otros planetas o en otras galaxias”. C3.3.3. “La verdad no sé, pero creería que el tiempo del universo es más rápido” C3.3.4. “Nosotros los humanos percibimos el tiempo con siglos y milenios” C3.3.5. “El de los humanos es mucho más rápido ya que nacemos crecemos nos reproducimos y morimos el universo se mantiene en movimiento, pero nadie muere o demás y el universo tiene más tiempo que cualquier persona viva” C3.3.6. Que el tiempo humano se mueve un poco más lento que el del universo

C3.1.6. “para nosotros los humanos el tiempo se mide en segundos, minutos, horas, días, meses, años el pasado presente futuro al contrario el tiempo del universo es mucho más grande que nuestro tiempo y se mide de otra manera a la de los humanos”. C3.1.7. “Q el tiempo de los humanos es mucho más lento q en el universo y q si llegáramos q ir al universo el tiempo para nosotros sería totalmente relativo mediante lo q nos basamos podríamos sentir q pasan horas y ya pasaron días etc.”	C3.2.6. <i>Tiempo humano:</i> - Percibido de manera subjetiva - Dividido en unidades convencionales (segundos, minutos, horas) - Relacionado con la experiencia y la memoria individual <i>Tiempo del universo:</i> - Objetivo y absoluto - Medido mediante leyes físicas y constantes universales - Escalas de tiempo mucho más grandes (billones de años) C3.2.7. “Para nosotros lo que es un siglo puede parecer mucho tiempo, para el universo incluso 100 millones de años no es mucho tiempo”.	C3.3.7. “El del universo no es tan notorio, en la humanidad si, no sabemos a qué tiempo o como el universo gira o cambia, solo lo vemos como los años, algo nuevo en cambio no apreciamos bien los cambios a detalle”
---	---	--

Categoría Ideas para medir el tiempo geológico	
Propuestas e ideas creativas de los estudiantes sobre cómo podrían medirse el tiempo en la escala de la historia de la Tierra. Aquí los estudiantes imaginan "relojes" o dispositivos que puedan captar y representar el tiempo en escalas geológicas. <i>Preguntas bases:</i> - Si pudieras crear un "reloj" especial para medir el tiempo en la historia de la Tierra, ¿cómo sería?	
Subcategorías:	
Herramientas para medir el tiempo geológico	Modelos geológicos y eras
<i>Conceptos o prototipos de dispositivos que permiten registrar y visualizar el tiempo en la Tierra, considerando su historia y los grandes periodos geológicos.</i> Código asignado de identificación: C4.1.	<i>Propuestas que mencionan cronologías, eras, o el uso de elementos geológicos en el dispositivo de medición.</i> Código asignado de identificación: C4.2.
C4.1.1. "Yo crearía un reloj donde puedo ver el nacimiento de la tierra el nacimiento de los humanos y la extinción del planeta y del universo" C4.1.2. "Sería un reloj único y fascinante que reflejaría la escala de tiempo geológica" C4.1.3 "Un reloj grande, como de los que usualmente se ven, pero en vez de números serían los sucesos y eventos de la tierra" C4.1.4. "Un reloj que me dijera que pasa en cada segundo de la tierra, y que sea un reloj específico para cada parte del mundo, y poder saber lo que pasa aparte de llevar la contabilidad del tiempo". C4.1.5. "La edad, la época, el periodo, la era, el eón y el supereón. Usa sus oscilaciones o alternancias contantes para terminar el paso del tiempo"	C.4.2.1. "sería como un reloj antiguo donde como dice el texto calcularía el tiempo de la historia de la tierra y los calcularía no con horas ni no con años por ejemplo" C.4.2.2. "El reloj sería así como lo conocemos hoy en día, pero tendría algunos mecanismos especiales como una función que te permita viajar a ver y comprobar hechos históricos de la tierra como la llegada del hombre a la tierra la extinción de los dinosaurios la llegada de Jesucristo o como todos los humanos empezaron a construir el mundo de hoy en día y que también tenga un mecanismo de como medir en tiempo de la vida el tiempo Climático el día la noche entre muchas que otras funciones" C.4.2.3. "Mi reloj especial para medir el tiempo en la historia de la Tierra sería un dispositivo único que combina elementos visuales y simbólicos para representar la escala de tiempo geológica". C.4.2.4. "Sería un reloj que vea la historia de la tierra, cambiado de forma y color con cada evento importante, como si viviera con la tierra" C4.2.5. "Con un mapa mental dividiendo sus épocas y periodos". C.4.2.6. "Una esfera. Usaría las eras de la tierra y cada hora vendría siendo como ciento millones de años". C.4.2.7. "Yo lo crearía como un reloj cósmico, tendría los planetas girando al rededor del sol reemplazando las manecillas tendría un tipo de anillos".



ANEXO 4

SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DIARIOS DE CAMPO



Para la sistematización y análisis de los diarios de campo digital, se revisaron los archivos y la base de datos audiovisuales y fotografías de la implementación, a los cuales puede acceder en los siguientes enlaces:

- Diario de campo digital:

<https://docs.google.com/document/d/1nnS2CL8vTDfDB7vOV0ry2z1BGrStUDBZ/edit?usp=sharing&ouid=103544432764242042048&rtpof=true&sd=true>

- Fotos y vídeos evidencia de la implementación en aula de clase presencial:

https://drive.google.com/drive/folders/1qR_Co5bWziLoxY52lmdWfzn55PyoWAqs?usp=drive_link

A partir de los resultados obtenidos se realiza el siguiente análisis de información teniendo en cuenta: diario de campo del docente propuesto por López García (2019) subdividido en sesiones implementadas del programa guía de actividades. Se usan las siguientes categorías de análisis de diario de campo teniendo en cuenta ICFES (2015), establecidas así:

- ❖ Pertinencia pedagógica
- ❖ Interactividad y participación
- ❖ Accesibilidad y usabilidad
- ❖ Integración curricular
- ❖ Adaptabilidad
- ❖ Innovación y creatividad

A través de la categorización establecida y teniendo en cuenta los resultados de las actividades desarrolladas por parte de los estudiantes, además del diligenciamiento de un diario de campo diferencial entre las dos instituciones, se establece un análisis unificando con los resultados obtenidos de ambas instituciones, el cual se presenta a continuación para cada sesión.

Cabe aclarar que en el Colegio Antonio Villavicencio sólo se implementaron las sesiones 1,2,3, 4 y 5 del programa guía de actividades, mientras que en el INEM Francisco de Paul Santander, se desarrollaron las 7 sesiones completas.

SESIÓN 1 - ¿QUÉ IDENTIFICÓ COMO TIEMPO?	
Categoría	Análisis
<i>Pertinencia pedagógica</i>	Cumplimiento de los objetivos establecidos para la sesión, acorde a las mallas curriculares establecidas dentro de cada institución. Se logra explorar las concepciones o ideas previas de los estudiantes sobre el concepto tiempo, y sus conceptos relacionados. Estableciendo una hoja de ruta en el proceso de implementación, que busca la reconstrucción de estos conceptos a través de las sesiones del programa guía de actividades. Alta pertinencia de la sesión a nivel pedagógico, porque permite a los estudiantes identificar sus ideas previas, observarlas y categorizarlas, desarrollando habilidades básicas para el pensamiento científico.
<i>Interactividad y participación</i>	En las dos instituciones más del 50 % de los estudiantes diligenciaron la encuesta en formato Google forms. Algunos no lograron acceder por problemas de conectividad y acceso a dispositivos en sus casas. El proceso de construcción grupal y el debate, incentivaron la interactividad, logrando resultados al socializar con sus compañeros el producto del trabajo realizado. En el Colegio Antonio Villavicencio I.E.D., se observó mayor calidad, una construcción de discusiones más compleja y mayor trabajo colaborativo, lo que no fue tan evidente en el caso de INEM Francisco de Paula Santander, posiblemente relacionadas dificultades de comprensión en el trabajo grupal. En las dos instituciones se evidencia compromiso con las actividades colaborativas de la sesión, como lo fue el reloj, los cuadros comparativos y los mapas conceptuales. El diseño de la sesión fomenta la cooperación y la construcción de comunicación al interior de subgrupos en los cursos, de tal forma que los estudiantes identificaron y desarrollaron con ayuda del docente, lo solicitado dentro de la sesión.
	En las dos instituciones se presentaron dificultades de conectividad, por esto en el INEM Francisco de Paula, se usaron los dispositivos personales como el celular y la encuesta se diligenció de forma remota

<i>Accesibilidad y usabilidad</i>	en casa. Mientras que en el Antonio Villavicencio se usaron dispositivos como los celulares de familiares o estudiantes, acceso compartido de datos y explicación para el uso de classroom. El uso de las plataformas Google forms y Google classroom fue pertinente, por su facilidad de interacción y el uso previo de esta plataforma en la pandemia. Aun así, los estudiantes tuvieron dificultades para tener una conexión adecuada, lo que puede generar una brecha digital que debe evaluarse a futuro.
<i>Integración curricular</i>	En las dos instituciones, la sesión está articulada e integrada con las mallas curriculares del ciclo IV. Primero teniendo en cuenta que el concepto tiempo es transversal y permite a los estudiantes una mayor comprensión de procesos biológicos, geológicos e históricos. Por otro lado, la identificación, observación y construcción de mapas y cuadros comparativos de las ideas previas sobre el concepto tiempo, le permitieron a los estudiantes conectar y relacionar el conocimiento adquirido de forma cotidiana con cierta noción o información adquirida sobre el tiempo desde el punto de vista geológico.
<i>Innovación y creatividad</i>	Durante la aplicación de la sesión se pudo observar que el uso de la inteligencia artificial y el trabajo colaborativo fue innovador para ambas instituciones, tanto por el uso de recursos digitales como por los debates a través de los resultados obtenidos del análisis de sus ideas previas. Los estudiantes pasaron de un proceso de comprensión donde: se plantea un concepto y se desarrolla (manejo dentro del conocimiento propio de ellos y sus compañeros), a usar representaciones como símbolos (construcción de un reloj que para medir el tiempo). Aunque se observó repeticiones en los modelos de los relojes, esto no disminuye la creatividad de los estudiantes y permitió un trabajo colaborativo pertinente en ambas instituciones.
<i>Adaptabilidad</i>	Nivel alto, en el INEM el uso de la estrategia de aula invertida para facilitar la falta de conexión en el aula. Por otro lado, en el Antonio Villavicencio el uso de la plataforma classroom fue fundamental, ya que permitió que los estudiantes de forma remota pudieran extender la experiencia de la sesión. - El uso de la inteligencia artificial como parte fundamental de la

	sesión, la interacción de formularios virtuales con los estudiantes, resultó positivo y primordial e importante para la sesión, por un lado intuitivo donde los estudiantes con cierta facilidad pudieran desarrollar cada parte de la sesión. Este tipo de aplicación pueden ser ampliadas y adaptadas a otras temáticas relacionadas a la geodiversidad.
--	---

SESIÓN 1.2: ¿QUÉ IDENTIFICÓ COMO TIEMPO?	
Categoría	Análisis
<i>Pertinencia pedagógica</i>	Se decidió fragmentar la sesión 1 en dos partes, con el fin de ampliar y completar adecuadamente la sesión, de forma que se nombró a este apartado como sesión 1.2. En este caso, se puede observar que se mantiene coherencia respecto a la sesión anterior, el uso de la reconstrucción de las ideas previas recolectadas en el formulario virtual, esto se realizó en grupos y se facilitó una clasificación previa realizada con la inteligencia artificial en base a un prom con los resultados obtenidos. En las dos instituciones, se observa un fortalecimiento de la actividad con el uso de: videos, explicación docente y presentación adicional, con el fin de introducir el concepto tiempo desde la perspectiva: cronológica, histórica, biológica, geológica y cosmológicamente. Se integraron recursos tecnológicos, como los videos, los tutoriales, las presentación y explicación docente, esto enriquece y permite que los estudiantes pudieran realizar las actividades, comprender los diferentes tipos de tiempo y lograran dar una coherencia a las ideas previas de sus compañeros. Se fomentaron procesos reflexivos sobre el concepto tiempo, en base a la información obtenida de sus compañeros, se pudo establecer principios de pensamiento científico, en la organización, clasificación y construcción de cuadros y mapas conceptuales
<i>Interactividad y participación</i>	Se encontró en este ítem, diferencias entre instituciones: por un lado en el INEM Francisco de Paula Santander una mayor participación activa con respecto a la realización de preguntas, toma de apuntes y debate en grupos. Pero a su vez entre ambos grupos 914 y 913, se pudo observar diferencias noticias mostrando 913 un proceso de mayor colaboración y

	participación que el caso de 914 que tuvo mayor desorden y poco compromiso. Para el caso del Colegio Antonio Villavicencio IED, se observó mayor interactividad con la construcción de los relojes y su posterior presentación, desarrollando una discusión en forma de mesa redonda posterior a la presentación del video ¿existe el tiempo?, generando un debate abierto con acompañamiento de la docente. Estas actividades generaron mayor curiosidad de los estudiantes de ambos grupos, promoviendo argumentación y conexiones entre la vida cotidiana y los conceptos científicos Se puede mencionar que la interactividad fue media alta, donde se puede resaltar: el diálogo dentro de los debates, la formulación de preguntas y respeto hacia el trabajo del docente.
<i>Accesibilidad y usabilidad</i>	En las dos instituciones, hay falta de conectividad o conexión parcializada, lo que dificulta el proceso y el acceso a los recursos establecidos dentro de la estrategia. Aun así los docentes desarrollaron la sesión y continuaron mediante algunos recursos adaptados según las circunstancias. En la institución INEM Francisco de Paula Santander, el docente proyectó los videos y la presentación en forma de desconexión y con dificultades de sonido dentro del aula. En la institución Colegio Antonio Villavicencio IED, no se pudo usar internet institucional por migración de operador logístico, por lo que se usó los datos móviles de la docente, con el fin de presentar los videos y desarrollar adecuadamente la sesión. Se destaca que en ambas instituciones los recursos TIC establecidos para la sesión fueron fácilmente manejados por los docentes, adaptados a las restricciones o dificultades de la institución. Se requiere unas condiciones estables de audio y el uso remoto de classroom para acceso individual o grupal para estos casos de dificultad.
<i>Integración curricular</i>	La sesión se articulo adecuadamente a los procesos institucionales, relacionados con el currículum establecido: se abordó el concepto tiempo como eje transversal para la explicación posterior de temáticas relacionadas a procesos biológicos, evolutivos y geológicos. En el caso de actividades como la presentación, explicación docente los videos presentados, adicional a los mapas conceptuales construidos, cuadros comparativos y el reloj geológico construido por los estudiantes, ayudaron en el fortalecimiento de competencias como: la

	argumentación, la modelación y procesos de análisis, fundamentales en el área de ciencias naturales. Por lo que se mantiene una integración curricular coherente y sólida, se observa procesos de desarrollo de pensamiento científico y reflexivo en los estudiantes lo que es positivo en la aplicación de la estrategia.
<i>Innovación y creatividad</i>	En esta sesión se observa la continuidad con el uso de recursos TIC, recursos visuales, se destaca la construcción de los estudiantes respecto al “Reloj Geológico”. En el INEM Francisco de Paula Santander, se observó que los estudiantes lograron modelos detallados y con funciones cercanas a una medición de tiempo geológico, algunos estudiantes construyeron relojes dentro de la función común de un reloj pero igualmente valiosas representaciones. En el Colegio Antonio Villavicencio IED, se pudo observar una mayor cantidad de modelos, con una alta complejidad desde: relojes de arena como planetarios, mostrando una mayor creatividad y un reflejo de cómo los estudiantes moldean y adaptan los conceptos relacionados al tiempo. En el debate grupal, se integraron aspectos científicos, de la vida cotidiana de los estudiantes, ampliando la información obtenida y generando interrogantes que ayudan a afianzar los conceptos trabajados en la sesión
<i>Adaptabilidad</i>	Se puede evidenciar un alto grado de adaptación de la estrategia, tanto por su diseño como por el proceso de aplicación de parte de los docentes. En el INEM Francisco de Paula Santander, el uso de videos, presentación en forma de desconexión fue pertinente y permitió que los estudiantes completaran la sesión sin inconvenientes, demostrando gran flexibilidad de la estrategia. En el colegio Antonio Villavicencio IED, se pudo observar que la docente logró adaptar la proyección de los videos, usando datos móviles, de esta forma integrar a la sesión sin inconvenientes el material visual. A la hora de observar ambas instituciones, aun en contextos diferentes, el uso de recursos TIC en desconexión aun siendo limitados pudieron sostener la sesión, se pudo aplicar con acompañamiento docente y con avances significativos de los estudiantes respecto al concepto de tiempo. Esta sesión es replicable en otros contextos con mayor o menor grado de conectividad, con muchas o pocas limitaciones ya que se puede incorporar a herramientas relacionadas con aula invertida.

SESIÓN 2 - LAS ERAS GEOLÓGICAS Y EL MANEJO DEL CONCEPTO TIEMPO	
Categoría	Análisis
<i>Pertinencia pedagógica</i>	En las dos instituciones los objetivos de la sesión fueron cumplidos a cabalidad en relación al concepto de tiempo geológico. En el INEM Francisco de Paula Santander, se relacionaron los objetivos como la identificación de cambios geológicos y las actividades de lectura y trabajo grupal, donde realizaban análisis y construyeron dibujos en base a la lectura tipo cuento. El recurso del cuento “El viaje de Alex” fue motivador, interesante y facilitador de interpretación de los conceptos. Para el caso de Colegio Antonio Villavicencio IED, se observó un trabajo adicional con la articulación de la salida pedagógica “maloka” con los algunos estudiantes de los grados novenos, fortaleciendo la sesión ampliando actividades, dando una mirada amplia a los conceptos con ayuda del cuento “El viaje de Alex”, así como utilizando muestras de fósiles reales en clase.
<i>Interactividad y participación</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, los estudiantes mostraron una gran participación en particular del curso 913, realizando la lectura, tomando apuntes y construyendo gráficas, aunque con distracciones en la sala de sistemas, lo que es común por la facilidad de conectividad. En el colegio Antonio Villavicencio IED, se observó una mayor interacción de los estudiantes, donde debatieron e interactuaron de mejor forma, relacionaron sus experiencias con el contenido del cuento, realizaron adicionalmente debate y analizaron los resultados del quiz “Caminando con Monstruos”. Se fomenta la participación usando la lectura guiada por la docente.
<i>Accesibilidad y usabilidad</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, los recursos tecnológicos fueron accesibles pero con lentitud en los equipos, adicional al tiempo de desplazamiento a la sala de sistemas, lo que afectó el trabajo de los estudiantes. En el Antonio Villavicencio IED, tuvieron varias dificultades: ausencia de conectividad dentro de la institución, la cual pudo solucionarse con el uso de datos móviles por parte de la docente.

<i>Integración curricular</i>	La integración curricular se observó notoriamente con respecto a la institución INEM Francisco de Paula Santander, manteniendo coherencia y continuación entre sesiones 1 y 1.2, con actividades de análisis y síntesis correspondientes a los desempeños del área de ciencias preestablecidos. En el Antonio Villavicencio IED, se pudo evidenciar una articulación eficiente y correspondiente los temas relacionados en el currículum de la institución como: el concepto de evolución, el cambio climático, principios de paleontología, entre otros, los cuales hacen parte de la malla curricular institucional. Se reforzaron estos temas desde un enfoque interdisciplinario, reforzando competencias básicas y científicas.
<i>Innovación y creatividad</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, los procesos de la sesión, estuvieron enmarcados la combinación entre la lectura del cuento y el uso de recursos TIC, apoyo visual y procesos de análisis científico, incentivando la curiosidad y les permitió a los estudiantes observar el concepto tiempo de forma divertida y explicativa acorde a su edad. Para el caso del colegio Antonio Villavicencio IED, se observa una mayor innovación, primero porque se lograron integrar experiencias de los estudiantes, recursos visuales, digitales, debates y análisis sencillos. Aun con la falta de conectividad se logró cierto dinamismo en el aula de clase, fundamental en el proceso de la sesión.
<i>Adaptabilidad</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, la sesión fue pertinente, permitió que los estudiantes lograran trabajar en grupo o parejas, pero asimismo dentro de su ritmo, para que la comprensión de los temas y desarrollo de actividades se ajusten a la dinámica grupal. En el colegio Antonio Villavicencio IED, la docente, adaptó antes las actividades de la sesión, con utilización de materiales físicos y algunos digitales en desconexión, esto aseguro que todos los estudiantes, incluyendo quienes no pudieron estar presencialmente en la sesión y la salida a maloka, desarrollaron la sesión.

SESIÓN 3 - COLORING THE GEOLOGICAL TIME SCALE

Categoría	Análisis
<i>Pertinencia pedagógica</i>	En las dos instituciones, se lograron trabajar los objetivos de la sesión; tanto la identificación de los cambios en las eras geológicas, como los impactos ambientales. Se complementa adecuadamente el cuento de la sesión anterior con las actividades de esta sesión, para el caso del colegio Antonio Villavicencio IED, la salida pedagógica hacia Maloka reforzó la vivencia de las actividades de la sesión 3.
<i>Interactividad y participación</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, en particular la sección 913 tuvo una alta participación, entregaron sus planchas y participaron con preguntas y realizaron debates sobre la presentación y explicación docente; en la sección 914 tuvo poca participación, por problemas de convivencia y distracción. En el Colegio Antonio Villavicencio IED, la participación fue muy alta, con un mayor diálogo con el docente y curiosidad, especialmente tras la visita al museo, al poder realizar comparaciones y con el acompañamiento de la docente, se logró cumplir a cabalidad la sesión 3.
<i>Accesibilidad y usabilidad</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, los equipos de cómputo fueron suficientes para la actividad de coloración de las planchas, ya que requieren el uso de la guía en plataforma classroom, se identificó falta de materiales, como los colores y dificultad de lectura en inglés en las planchas. En el Colegio Antonio Villavicencio IED. Se encontró ausencia de internet, el docente optó por el uso de datos móviles para el tv inteligente disponible, se usó materiales impresos favoreciendo el acceso a la sesión.
<i>Integración curricular</i>	En las dos instituciones se logró: integrar los contenidos de la sesión con respecto los contenidos establecidos en las malla curriculares; como cambio climático, evolución, entre otros, se observó mayor trabajo entre el las artes, inglés y ciencias por parte de la docente generando una integración multidisciplinaria para el caso de colegio Antonio Villavicencio IED. En el INEM Francisco de Paula Santander se da una articulación no por áreas, si no con las sesiones previas y posteriores.
	En el INEM Francisco de Paula Santander, se destaca el uso creativo de los colores, con convenciones, revisando y consultando con sus apuntes para verificación, se requiere mejorar la explicación docente y realizar

SESIÓN 3 - COLORING THE GEOLOGICAL TIME SCALE

<i>Innovación y creatividad</i>	un ejemplo en vivo con los estudiantes para mayor uniformidad de criterios de coloración. Para el caso del colegio Antonio Villavicencio IED, se combinó la sesión con la visita al museo (Maloka), con la observación de fósiles reales y la traducción colaborativa de la docente de cada plancha; se puede resaltar el trabajo fuerte en el componente artístico y reconstructivo de la docente durante la sesión
<i>Adaptabilidad</i>	En esta sesión, al igual que las anteriores mostró adaptabilidad; primero por contingencias INEM Francisco de Paula Santander, ajenas de la aplicación se fragmentó en varias clases la sesión, aun teniendo la sala de sistemas, las dificultades por los equipos obligó al uso por parejas y construcción de planchas por grupos de 4 estudiantes. Se tuvo que usar datos móviles personales de la docente para el caso de colegio Antonio Villavicencio IED y uso de recurso televisor para proyectar la sesión para todos los estudiantes. Por último se ajustó la sesión a los ritmos particulares de los estudiantes según correspondiera.

SESIÓN 4 - 5 PARTE I y II “SIMULANDO LOS CAMBIOS A TRAVÉS DEL TIEMPO”

Categoría	Análisis
<i>Pertinencia pedagógica</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, la aplicación de la actividad, fue pertinente, pues logró conectar los objetivos de la sesión con los parámetros establecidos del currículum con los diferentes procesos geológicos que el simulador permite observar. Sin embargo, se observó dificultades en el conocimiento del uso de herramientas básicas tecnológicas, el uso del cursor, teclado e incluso el uso de la pantalla del ordenador, esto afectó la pertinencia funcional que tenía el uso del simulador: ya que sin habilidades TIC mínimas, género que parte del tiempo se destinará en la enseñanza y el aprendizaje del uso de acuerdo de los dispositivos en sala de sistemas. En el Colegio Antonio Villavicencio IED, la pertinencia fue muy alta: primero el simulador permite no solo apoyar los objetivos de la sesión, la aplicación de conceptos anteriores, sino que también se convirtió en un recurso para que los estudiantes interpretaran información geocientífica compleja, acontecimientos de cada era o periodo, identificación de cambios físicos del país Colombia. Se pudo identificar que en ambas instituciones se logró pertinencia conceptual respecto a los objetivos de la sesión, pero tuvo mayor impacto en el colegio Antonio Villavicencio IED, ya que los estudiantes tuvieron mayor apropiación científica, mientras que la institución INEM se enfrentó a más barreras técnicas iniciales, con respecto a la alfabetización tecnológica, aunque se logró su aplicación.
<i>Interactividad y participación</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, la participación inicialmente baja por dificultades correspondientes a la sala de sistemas, luego ya dentro de la sala los estudiantes lograron una participación activa y adecuada, con el uso del simulador, lograron trabajar en grupo y presentaron sus resultados en el documento compartido. En el Colegio Antonio Villavicencio, se observó una alta interacción desde el inicio de la sesión, los estudiantes realizaron preguntas que ayudaron a orientar la sesión, realizando descubrimientos a la hora de ir manipulando el simulador, con discusiones los estudiantes lograron un trabajo colaborativo adecuado. Las dificultades se enmarcaron en el uso de documentos compartidos, por dificultades de uso de la plataforma DRIVE.

	Se observa que en el colegio Antonio Villavicencio existió una mayor participación activa y espontánea, por el contrario en la institución INEM se avanzó lentamente, a consecuencia de fallas de equipos.
<i>Accesibilidad y usabilidad</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander se presentaron muchas dificultades relacionadas con fallas de los sistemas operativos, fallas en el internet, daños permanentes de ordenadores, los estudiantes presentaron muchas dificultades para la construcción de documentos estables en plataforma DRIVE, aun con la guía y explicación docente. Esto afectó los tiempos de implementación de la sesión. En el Colegio Antonio Villavicencio IED, las dificultades se enfocaron en la falta de internet y la ausencia de habilidades informáticas de los estudiantes. Se evidencio que los estudiantes pudieron manipular y trabajar adecuadamente el simulador al ser intuitivo, el uso de DRIVE fue más sencillo para ambos grupos de estudiantes.
<i>Integración curricular</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, se encontró una integración sólida con la malla curricular del área de ciencias establecida para la institución, con respecto a los conceptos base de la sesión relacionados a la geología de Colombia y habilidades tecnológicas de los estudiantes. En el Colegio Antonio Villavicencio IED, se presenta una integración multidisciplinar entre ciencias naturales, tecnología, ciencias sociales y lenguaje, donde la docente integró con sesiones anteriores temáticas que ayudarán en secuencia a los estudiantes en el proceso de resolución de la sesión, todo relacionado a las temáticas sobre geología y paleontología En ambas instituciones se integraron los contenidos dentro de la sesión con respecto a la malla curricular, pero se resalta que en el colegio Antonio Villavicencio se logró una integración más transversal y completa.
<i>Innovación y creatividad</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, con el uso del simulador y el uso del documento colaborativo en DRIVE se mostró que los estudiantes lograron a través de cuadros comparativos creativos, observación y trabajo colaborativo la identificación de los cambios geológicos de la tierra. En el caso del colegio Antonio Villavicencio IED: se observó que el uso del simulador permitió a los estudiantes una comprensión diferencial de los conceptos relacionados con tiempo geológico, esto a través de la combinación entre la observación, identificación y en análisis por trabajo

	grupal.
<i>Adaptabilidad</i>	En el INEM Francisco de Paula Santander, se observó una alta adaptabilidad, por un lado el uso de google y o otro buscador para que el simulador tuviera mayor funcionalidad y mayor velocidad, cambio de herramientas colaborativa de DRIVE uso de correo electrónico y ajustes a condiciones técnicas de los ordenadores, trabajo en parejas o 4 personas por ordenador. En el Colegio Antonio Villavicencio IED, se observó una adaptación permanente, desde el uso de la plataforma DRIVE, la docente realizó acompañamiento de paso a paso, ajustando los procesos de cada grupo para que pudiera realizar la sesión por completo. Se identificó que en ambas instituciones se presentó un alto grado de flexibilidad, se resalta en el colegio Antonio Villavicencio una adaptabilidad más hacia la didáctica relacionada con la implementación de la sesión (la identificación del diferencial entre los grupos de aplicación y las dificultades relacionadas con los documentos compartidos), mientras que en la institución INEM fue principalmente una adaptación técnica, relacionada con el cambio de una plataforma a otra y el uso de los ordenadores.

SESIÓN 6. CARRERA EVOLUTIVA “PRESAS VS DEPREDADORES” (Solo se implementó en el INEM Francisco de Paula Santander)	
Categoría	Análisis
<i>Pertinencia pedagógica</i>	Se pudo observar que en el colegio INEM Francisco de Paula Santander, la actividad logró desarrollarse en su totalidad, se estructuró en tres partes, por un lado la conceptualización, la asignación de los roles de la carrera y la aplicación de la actividad o carrera con el registro y desarrollo de actividad. Esta sesión permite observar comprensión de conceptos, trabajo colaborativo y aplicación práctica de conceptos. Por lo que la sesión fue pertinente y adecuada.
<i>Interactividad y participación</i>	Los estudiantes de la sección 913, demostraron mayor interés y compromiso para desarrollar la actividad, construyeron los roles de manera más clara y realizaron las actividades siguiendo instrucciones adecuadamente. Por ejemplo se logró vincular conceptos de evolución, adaptación y de selección natural en tiempo real observando en fenómenos naturales con más allá de la simple explicación docente en aula. En contraste, el grupo 914 presentó dificultades convivenciales y de ausentismo, lo cual afectó directamente la dinámica colaborativa y la percepción de sentido de la actividad.
<i>Accesibilidad y usabilidad</i>	Se pudo identificar que la infraestructura del de la institución INEM, ayudó en la aplicación de la sesión; las amplias zona verdes de la institución facilitaron el el proceso práctico, se garantizaron la condiciones, con seguridad para evitar accidentes, Pero se debe aclarar que existieron debilidades, con respectos al desarrollo de las actividades posteriores al proceso práctico, como lo es la construcción de gráficas y procesamiento de datos. Los estudiantes mostraron dificultades y vacíos correspondientes a la distribución espacial.
<i>Integración curricular</i>	Se intentó integrar los contenidos del área de ciencias temáticas de Matemáticas (estadística) y Lenguaje (informe de laboratorio). Se observó que no se cumplió en su totalidad esta interacción o multidisciplinariedad, debido a que por vacíos conceptuales en estadística, los estudiantes no lograron construir por completo un informe, al igual que para construir un informe de laboratorio. La integración fue parcial debido a vacíos en el componente estadístico.

<i>Innovación y creatividad</i>	La creatividad de la sesión fue alta a sobresaliente, se considera que con la ayuda de la gamificación se pudo representar adecuadamente procesos de adaptación, evolución, selección natural, entre otros, lo que permitió que los estudiantes a partir de la práctica aplicaran todas las temáticas, se demuestra un gran proceso de innovación pero que requiere más materiales, más tiempo para la aplicación y entrega de la actividad .
<i>Adaptabilidad</i>	Fue alta, durante el proceso de aplicación de la sesión se realizaron ajustes, el tipo de adaptaciones, características de los depredadores, superdepredadores, se tuvo que realizar refuerzos de explicación de forma de tablero, ampliación de tiempos de entrega.

SESIÓN 7: TRAS LAS HUELLAS DEL TIEMPO: “DESCUBRIENDO LOS PALEOAMBIENTES DE COLOMBIA” (Solo se implementó en el INEM Francisco de Paula Santander)	
Categoría	Análisis
<i>Pertinencia pedagógica</i>	La sesión permitió consolidar aprendizajes previos mediante actividades colaborativas y reflexivas, se usaron varios de los conceptos trabajados anteriormente como el concepto fósil, concepto de evolución, concepto tiempo, con el fin de explicar por parte del docente las características de un ambiente a través del tiempo geológico, se observa acompañamiento constante del docente y fue usado de manera permanente el recurso tecnológico “sala de sistemas” Se mantuvo una coherencia entre la planeación de la sesión y los objetivos curriculares institucionales.
<i>Interactividad y participación</i>	La participación de los estudiantes fue fundamental, por un lado la participación activa respecto a los grupos para la construcción de su paleoambiente, la interactividad con el uso de los equipos de cómputo consultando y verificando la información dada para cada paleoambiente, uso de plataforma canva en unos casos, uso de power point para otros casos.
<i>Accesibilidad y usabilidad</i>	Fue posible el acceso con el uso de sala de sistemas y equipos de cómputo, la dificultad se dio más por conectividad irregular, pero con algunos videos de acompañamiento descargados de forma offline fue posible una explicación adicional, dificultades de sonido por problemas de aula se puede resaltar.
<i>Integración curricular</i>	En la institución INEM Francisco de Paula Santander, la sesión se articuló con los contenidos del área de ciencias naturales, usando temáticas como tiempo, fósiles, rocas, evolución, selección natural, entre otros, y el plan de estudios establecido para el año 2025, esto permitió que los estudiantes pudieran comprender desde una forma más articulada el concepto tiempo.
<i>Innovación y creatividad</i>	Se destaca, el uso de la sala de sistemas, el uso de TICs, como lo fueron las aplicaciones de canvas para la construcción de infografía por parte de los estudiantes para la explicación de su paleoambiente pese a limitaciones tecnológicas, los estudiantes cumplieron a cabalidad los

	objetivos.
<i>Adaptabilidad</i>	La sesión con sus actividades base fueron flexibles, durante la aplicación también se pudo ajustar a los materiales y los grupos posibles, para el caso del grado 913, la actividad de construcción de paleoambientes se desarrolló por completo, para el caso del grado 914, no se realizó la actividad por inconvenientes convivenciales. El docente acompañó la actividad de forma permanente y se observó avances en la comprensión y la capacidad de los estudiantes para comprender, comparar y explicar las características de los paleoambientes con respecto a las características particulares de los ambientes locales actuales, con ayuda de recursos visuales y trabajo colaborativo permanente.

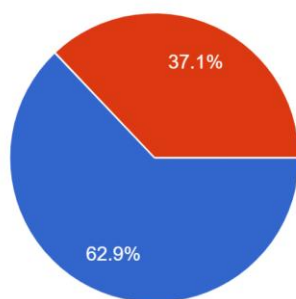


ANEXO 5

***ANÁLISIS DE RESULTADOS “Quiz: Paseando con Monstruos”*****PROGRAMA GUIA DE ACTIVIDADES - CICLO IV*****"Entre Segundos y Eras: Enseñanza del Concepto Tiempo y su Escala Geológica para un Aprendizaje Activo en el Aula"***

Nombre del colegio

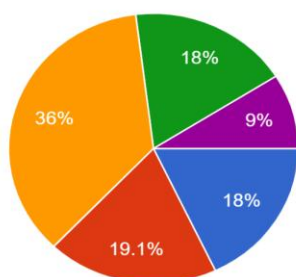
89 respuestas



- INEM FRANCISCO DE PAULA SANTADER
- COLEGIO ANTONIO VILLAVICENCIO I.E.D.

Elija su curso

89 respuestas

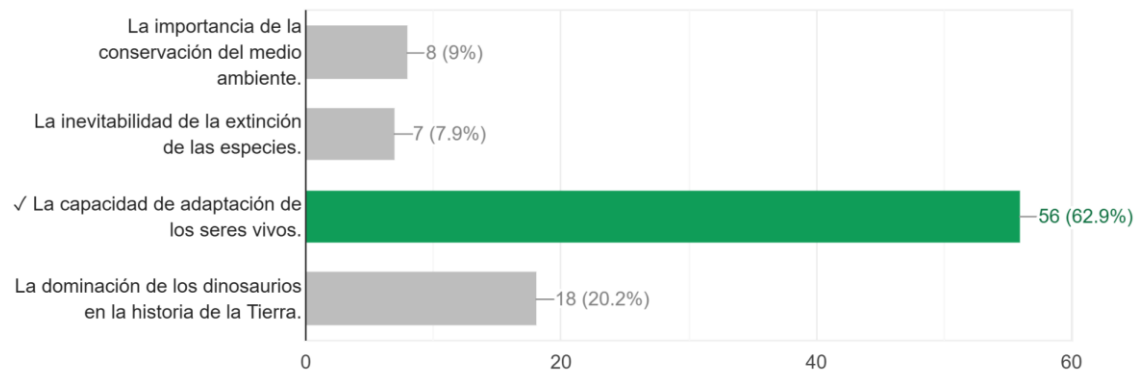


- 901 Colegio Antonio Villavicencio
- 902 Colegio Antonio Villavicencio
- 914 INEM Francisco de Paula Santander JT
- 913 INEM Francisco de Paula Santander JT
- 816 INEM Francisco de Paula Santander JT

Resultados Cuantitativos Obtenidos:

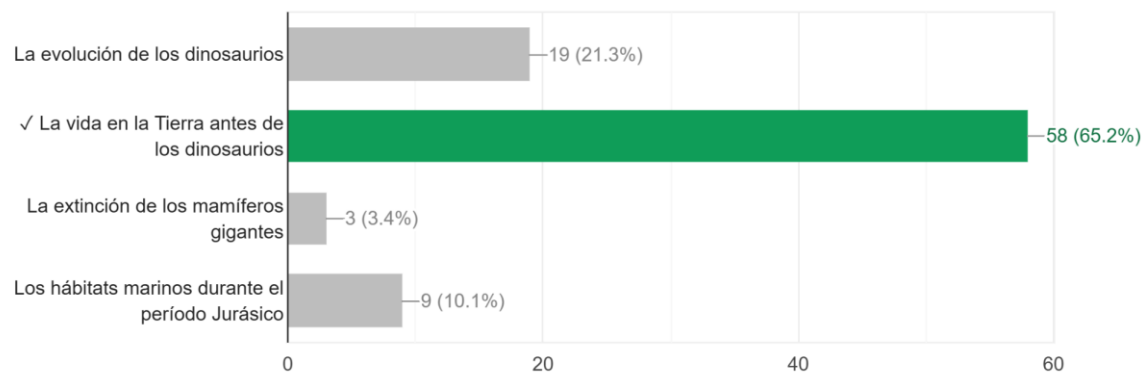
¿Cuál es el principal mensaje transmitido por el documental?

56/89 respuestas correctas



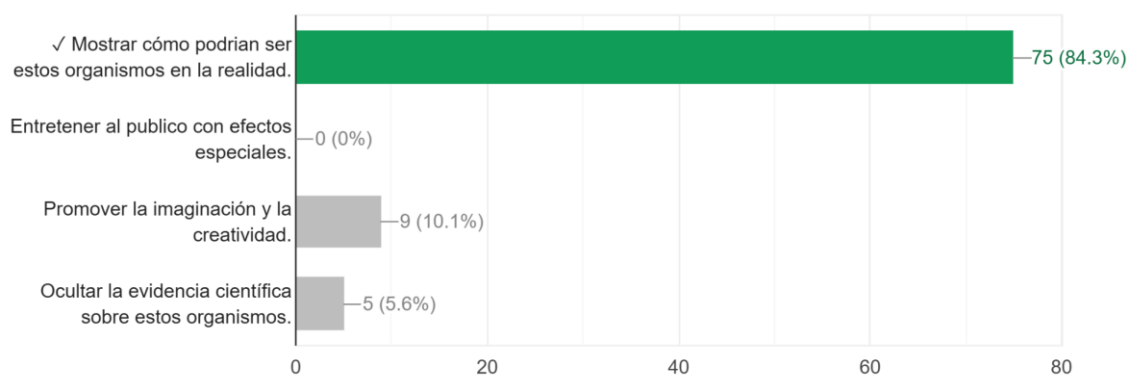
¿Cuál es el enfoque principal del documental?

58/89 respuestas correctas



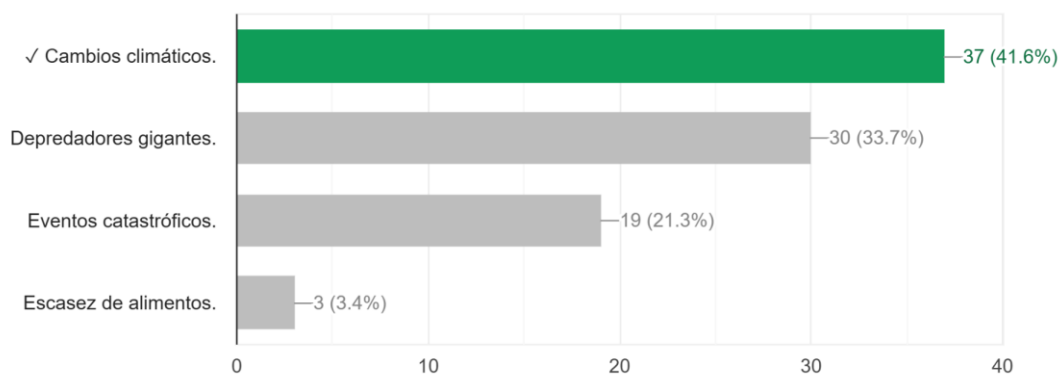
¿Cuál es el objetivo principal de las recreaciones digitales en el documental?

75/89 respuestas correctas



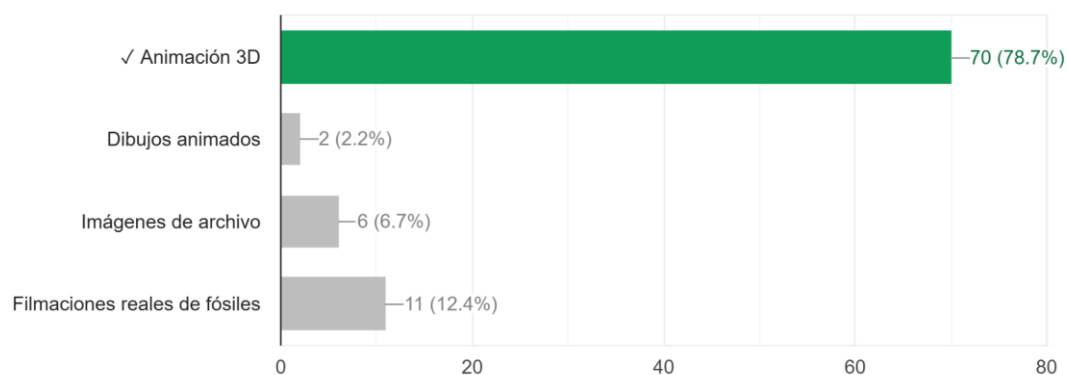
¿Qué se destaca como una amenaza principal para los organismos en el documental?

37/89 respuestas correctas



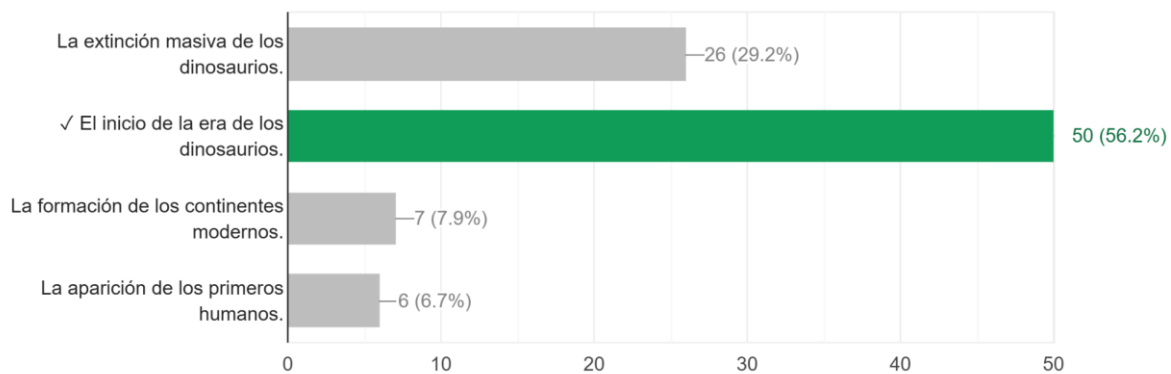
¿Qué tecnología se utiliza para recrear las criaturas prehistóricas en el documental?

70/89 respuestas correctas



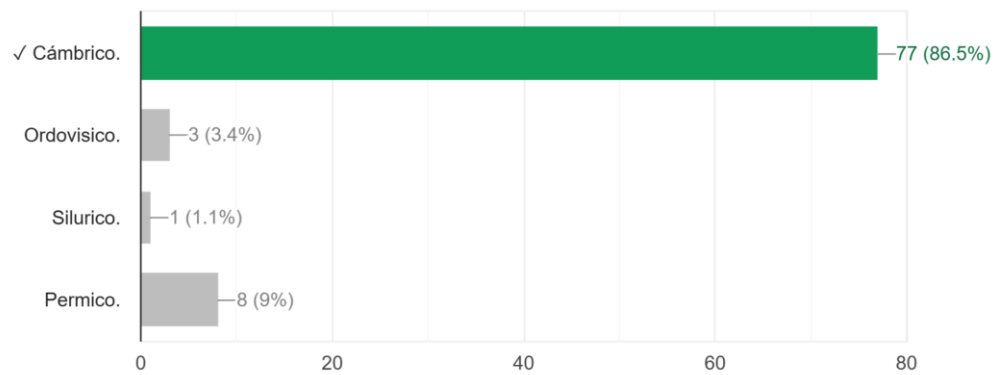
¿Qué acontecimiento importante ocurre al final del documental?

50/89 respuestas correctas



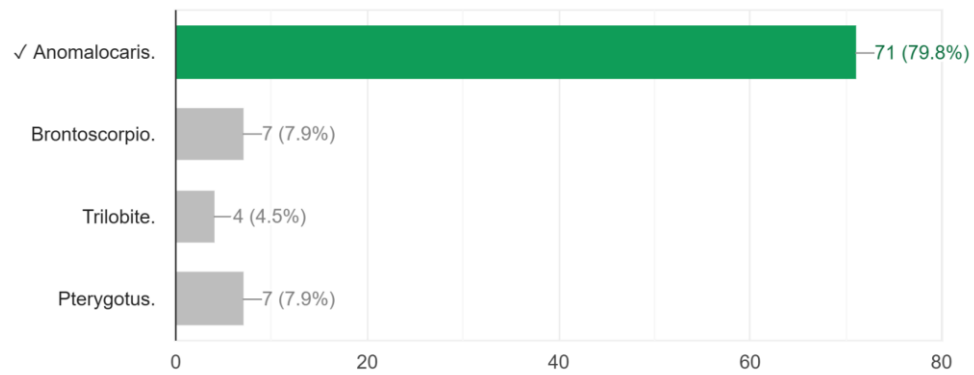
¿En qué periodo geológico se dio la "Explosion de la vida marina"?

77/89 respuestas correctas



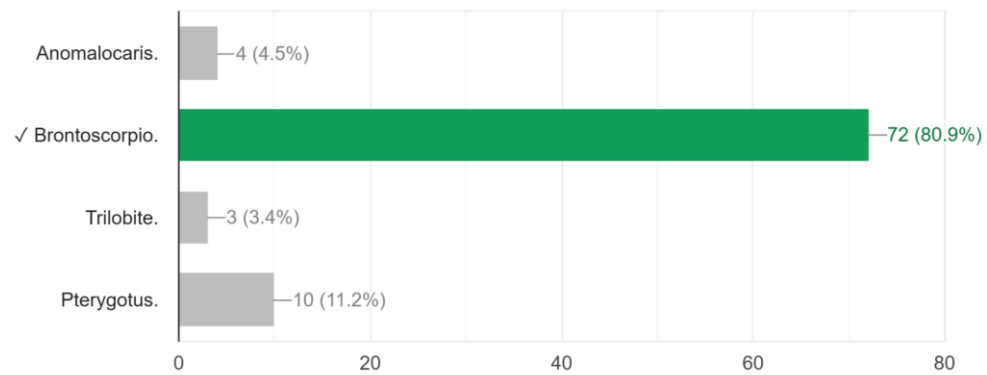
Observa detenidamente, la siguiente imagen. ¿Como se llama este organismo?

71/89 respuestas correctas



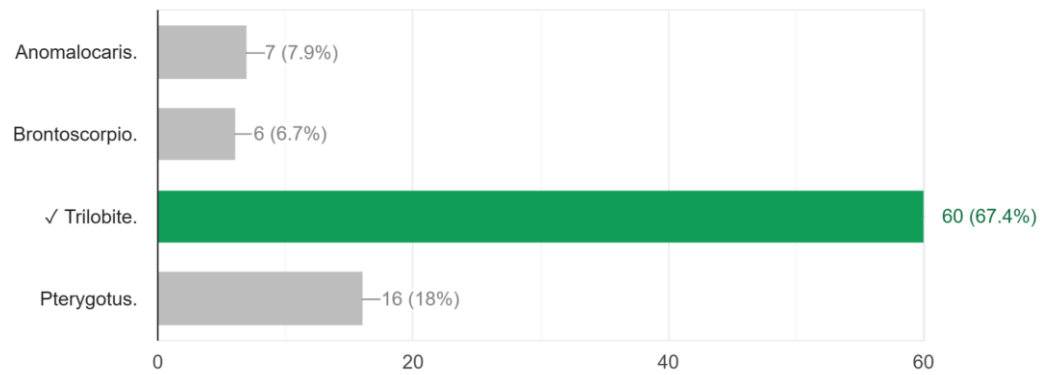
Observa detenidamente, la siguiente imagen. ¿Como se llama este organismo?

72/89 respuestas correctas



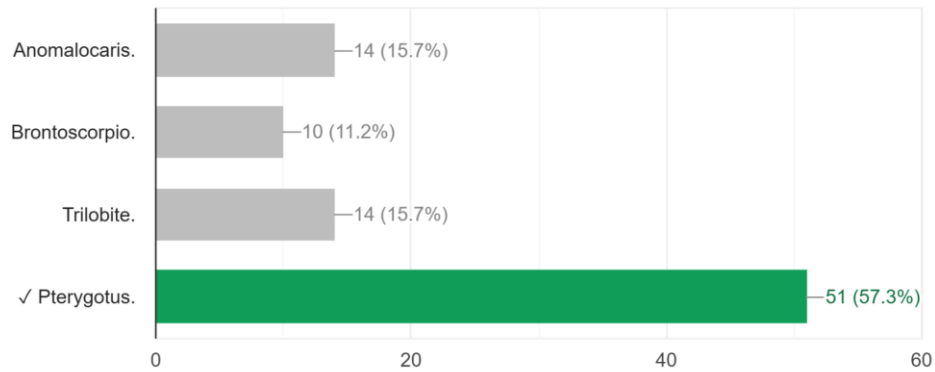
Observa detenidamente, la siguiente imagen. ¿Como se llama este organismo?

60/89 respuestas correctas



Observa detenidamente, la siguiente imagen. ¿Como se llama este organismo?

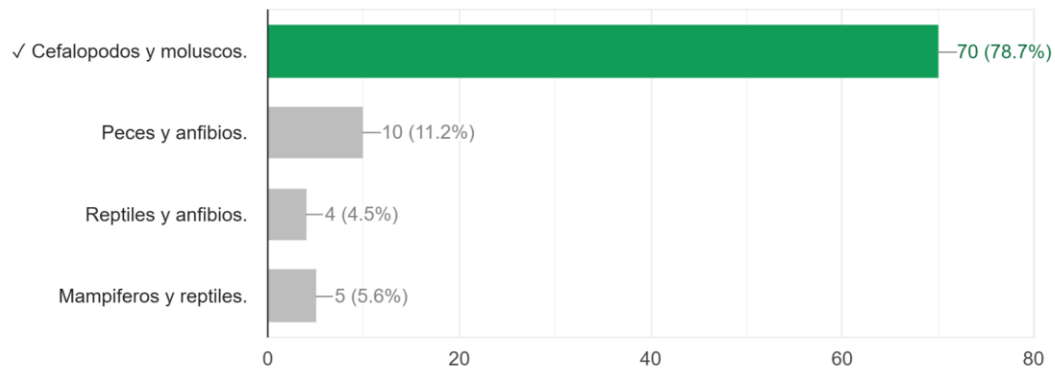
51/89 respuestas correctas



Los Orthoceras son un genero extinto de organismos marinos. Observa detenidamente la imagen.

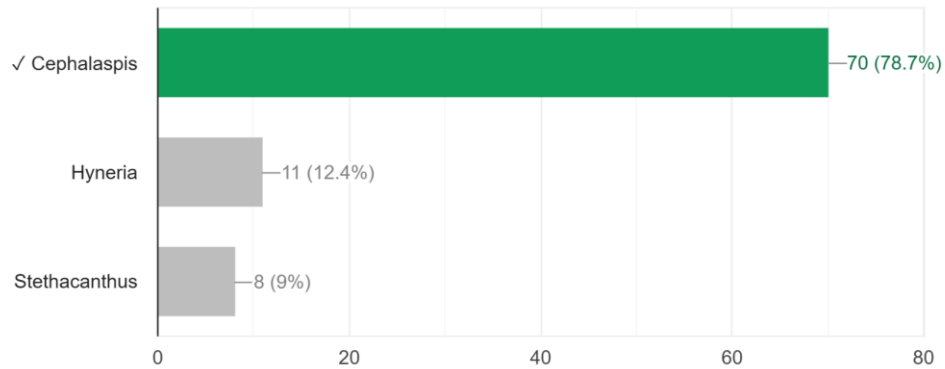
¿A organismos actuales se parecen?

70/89 respuestas correctas



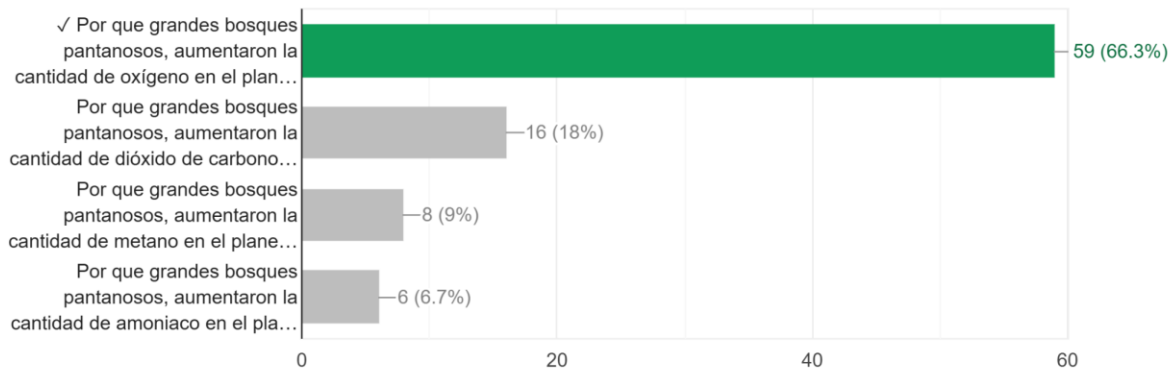
De acuerdo al documental, estos peces fueron los ancestros de los animales vertebrados. Y su nombre es:

70/89 respuestas correctas



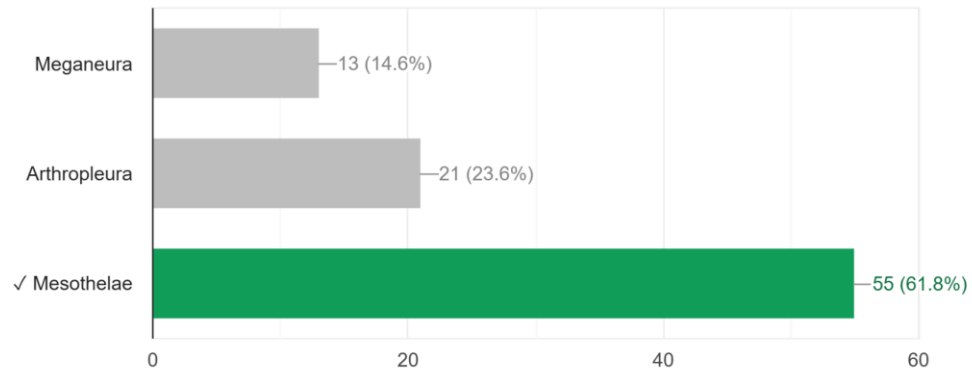
De acuerdo al documental, ¿Porqué se se desarrollaron grandes insectos en el periodo carbonífero?

59/89 respuestas correctas



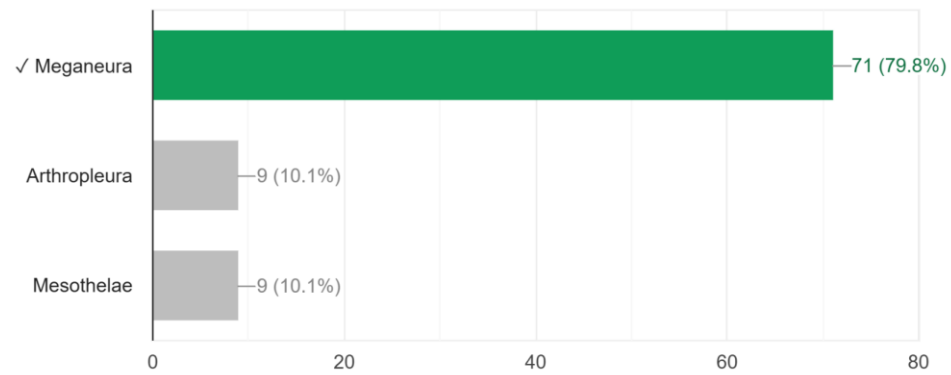
La siguiente imagen representa un artrópodo gigante del periodo carbonífero, llamado:

55/89 respuestas correctas



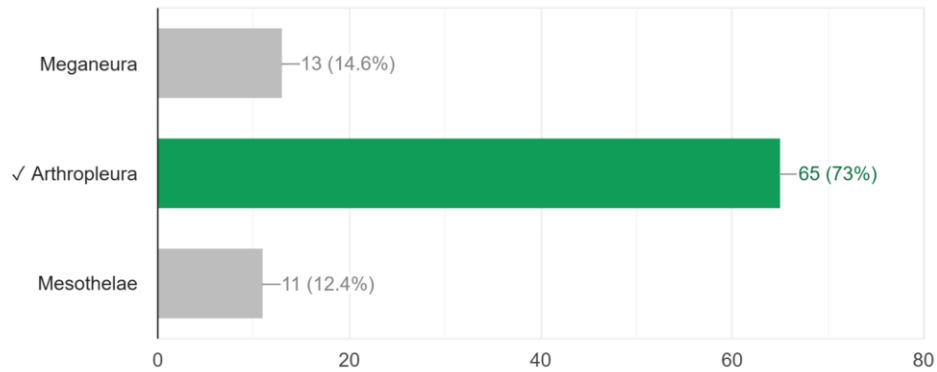
La siguiente imagen representa un artrópodo gigante del periodo carbonífero, llamado:

71/89 respuestas correctas



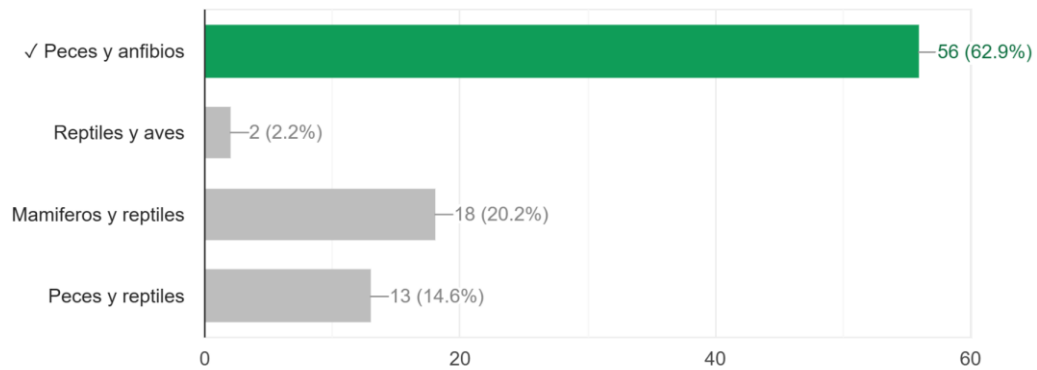
La siguiente imagen representa un artrópodo gigante del periodo carbonífero, llamado:

65/89 respuestas correctas



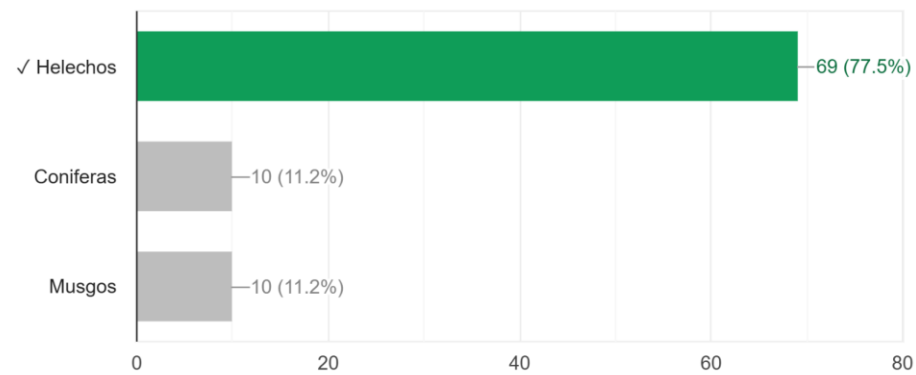
En el documental aparece un animal muy interesante, el Hynerpeton es un género extinto de tetrápodos carnívoros. ¿Con que grupo de animales estaba relacionado más estrechamente?

56/89 respuestas correctas



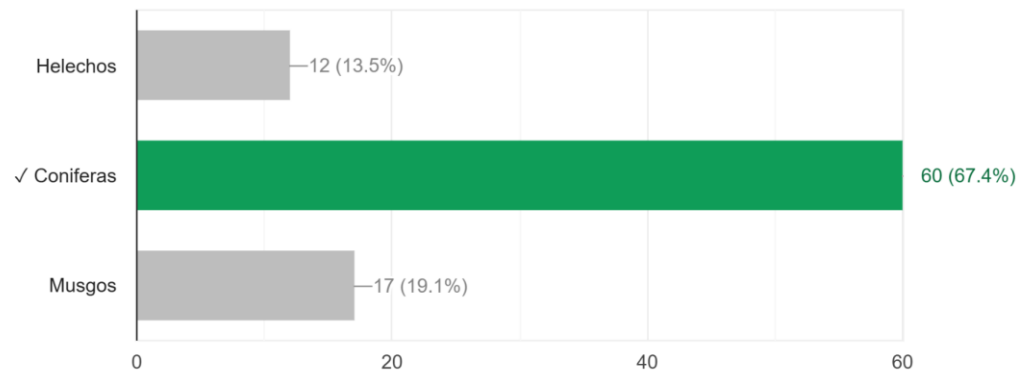
Los grandes bosques del periodo carbonífero, fueron dominados por plantas denominadas:

69/89 respuestas correctas



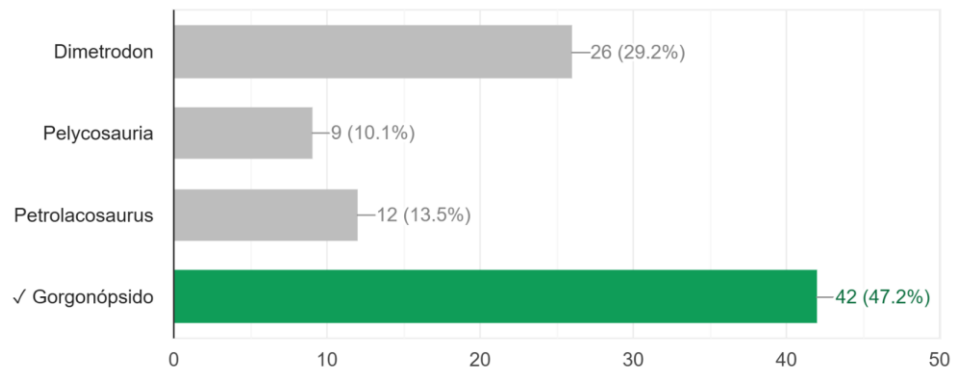
En el periodo permico, los bosques fueron dominados por plantas llamadas:

60/89 respuestas correctas



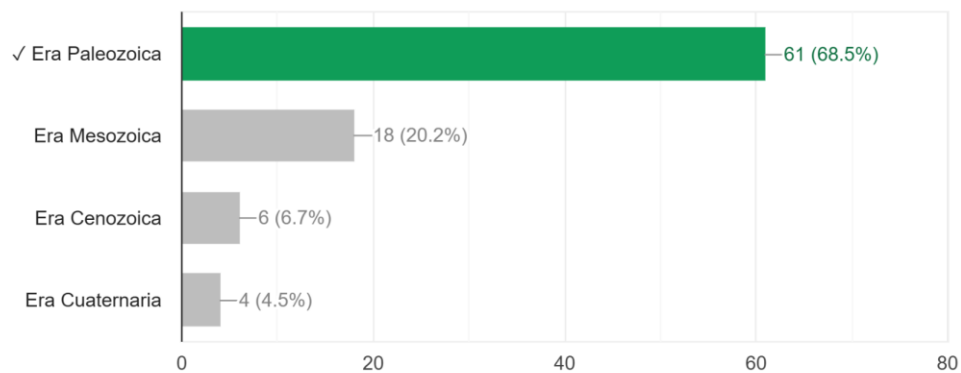
Este reptil, vivió durante la mayor parte del periodo permico y fue uno de los depredadores más exitosos. Su nombre es:

42/89 respuestas correctas



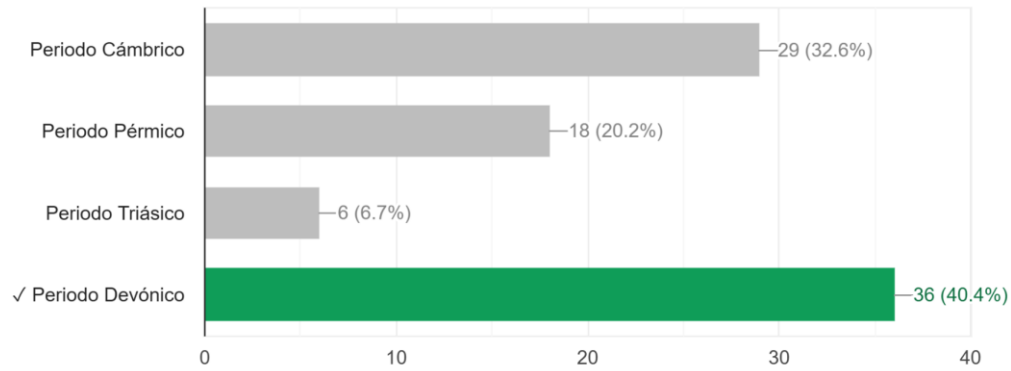
¿Qué era geológica corresponde al tiempo antes de la aparición de los dinosaurios?

61/89 respuestas correctas



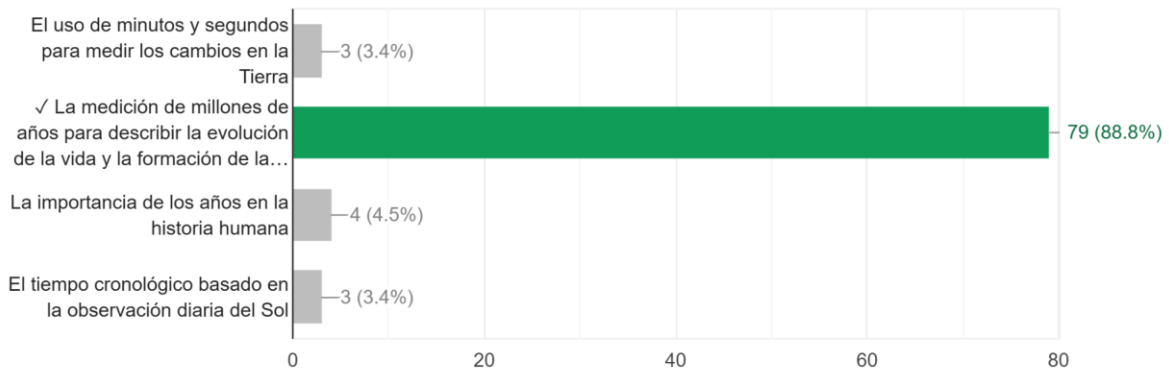
¿Durante qué periodo de la era Paleozoica ocurrieron importantes cambios en la vida terrestre y se diversificaron muchos organismos?

36/89 respuestas correctas



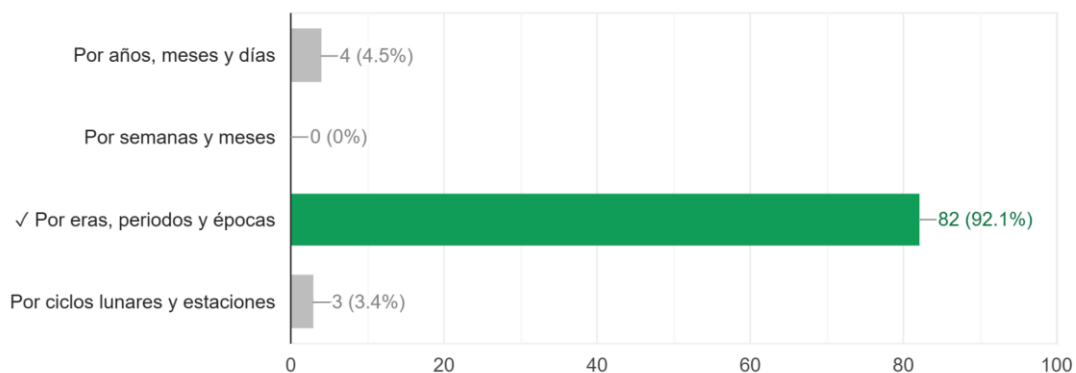
¿Cuál es la característica principal del tiempo geológico que se explora en el documental?

79/89 respuestas correctas



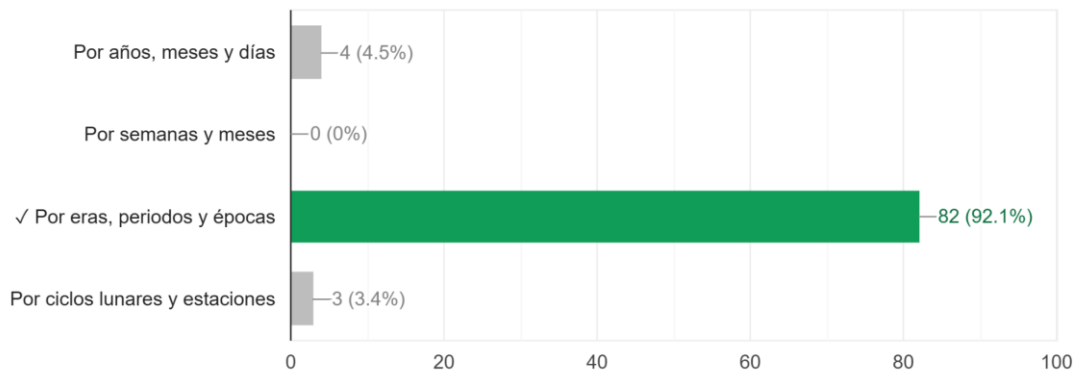
¿Cómo se organizan los eventos en la escala de tiempo geológico?

82/89 respuestas correctas



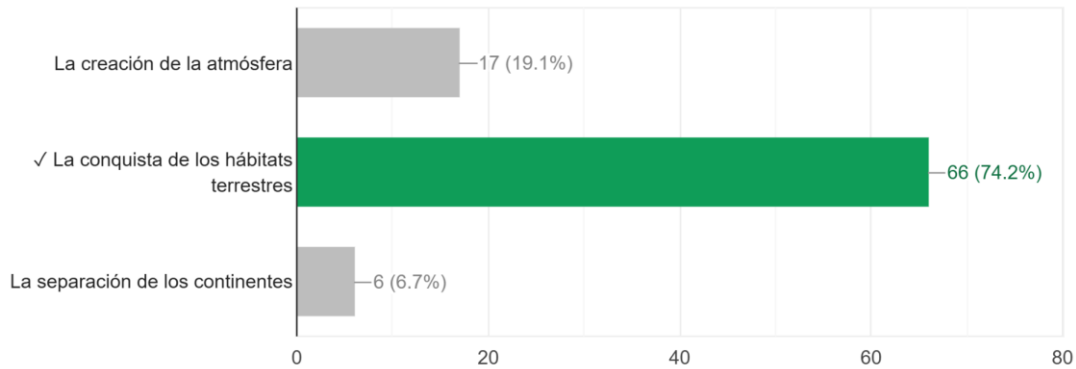
¿Cómo se organizan los eventos en la escala de tiempo geológico?

82/89 respuestas correctas



En el documental, ¿qué evento se menciona como crucial para la evolución de los primeros reptiles?

66/89 respuestas correctas



Se realizó un proceso de análisis cuantitativo con base en la información obtenida, el quiz establecido tuvo como fin la interpretación de imágenes, y el control tanto de lectura y explicación del docente con el refuerzo de la observación del documental “*BBC Caminando con Monstruos*”. El principal fin de este quiz fue verificar en los estudiantes el reconocimiento de especies, periodos y las características particulares según algunas imágenes.

- Los resultados obtenidos demuestran a un rendimiento positivo de los estudiantes que diligenciaron el formulario virtual, llegando a porcentajes entre el 57% y el 78% dependiendo la pregunta concreta, lo que muestra que los estudiantes relacionaron correctamente las imágenes con la información obtenida tanto del documental como del trabajo realizado en clase.
- En los casos particulares de las preguntas: identificación del trilobite, el 67.4% de los estudiantes que solucionaron el formulario virtual respondió correctamente, para el caso de la pregunta sobre el *Pterygotus*, el 57.3% de los estudiantes acertó.

- En el caso de la comparación de los Orthoceras con organismos actuales, un 78.7% de los estudiantes que solucionaron el formulario virtual los asoció correctamente con cefalópodos y moluscos. Posiblemente las estructuras físicas de estos organismos les permitieron una identificación visual cercana a estos animales actuales.
- Se pudo observar que los estudiantes lograron una identificación del pez Cephalaspis (ancestro de los vertebrados) con un 78.7% de aciertos.
- Los estudiantes dentro de la pregunta sobre el desarrollo de insectos gigantes en el periodo Carbonífero respondieron correctamente en un 66.3%, lo que demuestra una comprensión parcial de la relación entre oxígeno atmosférico y tamaño corporal de los organismos.
- Se puede observar que los estudiantes presentan en sus respuestas fortalezas como cierto dominio en las nociones de tiempo geológico, logran identificar características generales sobre las eras geológicas y algunos procesos biológicos generales. Se puede evidenciar habilidades de asociación entre los diferentes procesos biológicos y el concepto de tiempo en relación con los cambios geológicos de la tierra.
- Los estudiantes muestran confusión respecto a la identificación de algunas especies y algunos periodos, en particular los correspondientes a la era paleozoica,

posiblemente al no poder asociar con su vida cotidiana organismos relacionados, dificultad en relación a conectar las imágenes con los nombres científicos y el tiempo geológico específico.

A Partir del análisis anterior se puede mencionar lo siguiente:

- Los estudiantes tienen un nivel alto de comprensión en base a la parte visual y un poco menos en la parte conceptual. Aun así, los estudiantes demostraron no solo la memorización de nombres de organismos representativos, sino que lograron comprender el papel de estos dentro de un relato evolutivo.
- Se pudo observar que el documental asignado como complemento a la sesión 1 del programa guía de actividades sirvió como recurso integrador entre las temáticas establecidas en el programa guía de actividades lo que generó procesos de aprendizajes y afianzamiento de conceptos como la vinculación de una observación científica usando la narrativa audiovisual.
- Se encontró en particular, que los estudiantes tuvieron un desempeño sobresaliente en preguntas relacionadas a periodos o hechos significativos en las eras geológicas, posiblemente a consecuencia de que los estudiantes lograron relacionar adecuadamente procesos biológicos con condiciones atmosféricas, trabajados anteriormente antes de la aplicación de programa guía de actividades, lo que es fundamental en el proceso de enseñanza de la geodiversidad en este grado.

- Se pudo observar que el uso de imágenes como asociación a las preguntas fortaleció la alfabetización científica y permitió que los estudiantes interpretaran adecuadamente cada pregunta, generando comparativos con la vida actual y logrando responder las preguntas con porcentajes altos de aciertos.
- Se logra observar que en algunas preguntas los estudiantes llegaron a un acierto superior al 93%, preguntas relacionadas a la estructura del tiempo geológico al igual que en más de un 88% de aciertos en la medición del tiempo geológico, esto puede ser en parte a un acierto en la explicación docente y el trabajo realizado en la primera sesión.
- Los estudiantes logran relacionar condiciones ambientales con la biodiversidad actual, se puede evidenciar con porcentajes de más del 70% en preguntas relacionadas a fauna y flora.
- Se identifica que el uso de imágenes como apoyo visual para el desarrollo del cuestionario es pertinente y esto genera en los estudiantes altos niveles de retención de información. Así mismo los estudiantes asocian procesos geológicos con los procesos biológicos y tratan de aplicar procesos sistémicos en la naturaleza.

Respecto a los resultados obtenidos en ambas instituciones, se puede mencionar.

- Se puede observar que los estudiantes del INEM Francisco de Paula Santander presentan un porcentaje mayor en aciertos de las preguntas establecidas en el

formulario virtual, sobre todo en preguntas que estuvieran relacionadas a la identificación precisa, posiblemente relacionadas como una mayor comprensión respecto a los comparativos entre la vida actual y el pasado geológico y las secuencias evolutivas.

- Para el caso del colegio Antonio Villavicencio IED, se observó un nivel de aciertos un poco menor, sin embargo, se puede identificar una interpretación visual y una comprensión en preguntas contextuales como lo fueron aquellas donde se requiere relacionar características físicas actuales como el pasado geológico.
- Es importante mencionar que en el caso del INEM Francisco de Paula Santander se cuenta con mejor infraestructura TIC, lo que pudo facilitar la comprensión de forma visual del tiempo geológico y la relación entre organismos.
- Se puede observar que en el caso del colegio Antonio Villavicencio IED la diversidad de niveles académicos, dificultades por condición posiblemente social, adicional a una posible menor exposición a materiales de geociencias, por falta de infraestructura pudo influir en una comprensión más fragmentada de los conceptos de tiempo y su aplicación.
- Se identifica que, en ambos grupos, los temas relacionados a escala geológica, eras geológicas, superaron el 70% de aprobación, esto demostró que la estrategia en la sesión 1 fue pertinente y efectiva. Los gráficos, imágenes fueron fundamentales, esto permitió que, para ambas instituciones en sus contextos sociales diferenciados, los estudiantes resultaran motivados y se promoviera un interés mayor por la historia de la Tierra.