UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# Propuesta para el estudio de los suelos en la etapa escolar con el uso de la tecnología

**Ayda María Ostos Alcázar**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2024

# Propuesta para el estudio de los suelos en la etapa escolar con el uso de la tecnología

**Ayda María Ostos Alcázar**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en La Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Directora:

Dr. Sc. M. Sc. Química Liliam Palomeque

Línea de Investigación:

Trabajo Experimental

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2024

*A mi familia por su apoyo en tiempo, disposición, amor y todos los conocimientos que recibí de ustedes. A mis estudiantes por su entusiasmo y deseo de aprender y a mi buen amigo José Luis por emprender y compartir esta maestría con todos sus desafíos y expectativas.*

*A mis maestros y colegas*

# Agradecimientos

Quiero agradecer de manera especial a mis colegas del Colegio Rochester, Andrés Rengifo docente de computación, Carlos Olaya director de tecnología, Lorena Peralta Bibliotecóloga y experta en normas APA, María Del Pilar Tunarroza, coordinadora de área de ciencias, Jorge Quintero director de sostenibilidad y Sandra Adarme también del equipo de sostenibilidad, por ser parte de este trabajo final, aportando su entusiasmo al compartir sus conocimientos con los estudiantes que participaron en este trabajo final. Con ellos, esta labor fue enriquecedora desde todos los puntos de vista. A mi directora de tesis, a mi directora Liliam Palomeque por su guía y toda la confianza para llevar a buen fin esta tesis de grado. A José Luis Zamora, amigo y compañero de esta maestría por compartir sus valiosas ideas y a mi familia, que con su experticia aportaron en gran medida a la culminación de esta meta.

# Resumen

Este trabajo final propone un enfoque innovador para el estudio de los suelos en la etapa escolar, utilizando la tecnología Arduino como herramienta pedagógica. El trabajo se llevó a cabo con estudiantes de sexto grado en el colegio Rochester, abordando la enseñanza de los suelos mediante la medición de temperatura y humedad. La aplicación práctica de estos conceptos se implementó en diversas áreas escolares, como la compostera y los jardines. Además de sus beneficios educativos, el proyecto se alinea estratégicamente con las políticas de sostenibilidad del colegio, brindando una perspectiva holística sobre la importancia ambiental de los suelos. Este trabajo contribuye a la comprensión de las ciencias de la Tierra, el espacio y la física, promoviendo un enfoque práctico y aplicado en el aprendizaje.

**Palabras clave: Sensores Arduino, Enseñanza de ciencias, Suelos escolares, Tecnología educativa, Medición de variables, Medición de humedad, Sostenibilidad escolar, Didáctica en las ciencias**

# Abstract

This final project proposes an innovative approach to soil study in the school setting, utilizing Arduino technology as a pedagogical tool. The project was conducted with sixth-grade students at Rochester School, addressing soil education through the measurement of temperature and humidity. The practical application of these concepts was implemented in various school areas, such as composting and gardens. In addition to its educational benefits, the project strategically aligns with the school's sustainability policies, providing a holistic perspective on the environmental importance of soils. This final project contributes to the understanding of Earth, Space, and Physical Science, promoting a practical and applied approach to learning.

## Proposal for Studying Soils in School Education Using Technology

**Keywords: Arduino sensors, Science education, School soils, Educational technology, Variable measurement, Humidity measurement, School sustainability, Science pedagogy**

# Contenido

**Pág.**

**Resumen** ..... **IX**

**Lista de figuras** ..... **XIII**

**Lista de tablas** ..... **XIV**

**Lista de abreviaturas** ..... **XV**

**Introducción** ..... **1**

**1. Objetivos** ..... **5**
1.1 Objetivo General ..... 5
1.2 Objetivos Específicos ..... 5

**2. Marcos de Referencia** ..... **7**
2.1 Marco Didáctico ..... 7
2.1.1 Introducción al modelo TPACK ..... 7
2.1.2 Desarrollo del trabajo en el entorno del aprendizaje cooperativo ..... 9
2.2 Marco de Referencia STEM ..... 11
2.2.1 ¿Cuál es la importancia STEM en los proyectos de clase? ..... 12
2.3 Marco de Referencia Integrados: STEM – TPACK ..... 13
2.3.1 ¿De qué maneras este trabajo de grado está enmarcado en STEM? ..... 14
2.4 Marco de Referencia: Aprendizaje Centrado en el Estudiante ..... 16
2.5 Marco Disciplinar ..... 21
2.5.1 Antecedentes ..... 21
2.5.2 Conexión curricular entre el trabajo final y contenidos de la asignatura ..... 22
2.5.3 Desarrollo en el aula NGS-ISTE-GLOBE-Otras ..... 26
2.5.4 Variables escogidas para medir con la tecnología ..... 30

**3. Implementación de estrategias tecnológicas para desarrollar el trabajo final con los estudiantes** ..... **37**
3.1 Diseño y Elaboración de una Guía Sencilla para el uso de Arduino ..... 37
3.1.1 Introducción ..... 38
3.1.2 ¿Qué es un Arduino? ..... 38
3.1.3 Componentes básicos ..... 38
3.1.4 Aplicación en medición de datos del suelo ..... 39
3.1.5 Programando con Arduino ..... 39
3.1.6 Algunos ejemplos ..... 39
3.1.7 Descubre y crea ..... 40
3.1.8 Consejos de Seguridad ..... 41

3.1.9 Recursos adicionales ..... 41
3.2 Implementación de Guías de Trabajo y Laboratorios ..... 41

**4. Metodología integrada para el análisis de resultados ..... 49**
4.1 Selección de enfoques utilizados para el análisis de resultados ..... 49
4.2 Resultados obtenidos dentro del marco cualitativo ..... 52
4.3 Resultados Obtenidos Dentro del Marco Cuantitativo ..... 61

**5. Guías de trabajo aplicadas a los estudiantes ..... 67**

**6. Libro de campo ..... 81**

**7. Discusión de resultados ..... 83**

**8. Conclusiones y Recomendaciones ..... 87**
8.1 Conclusiones ..... 87
8.2 Recomendaciones ..... 88

**Bibliografía ..... 91**

# Lista de figuras

**Pág.**

Figura 4-1 Diagrama Radial sobre avances en el uso de verbos ..... 59
Figura 4-2 Obtenida en un procesamiento con la coordinadora de área, Pilar Tunarroza60
Figura 4-3 Obtenida en un procesamiento con la docente de clase..... 60
Figura 4-4 Primera pregunta de la encuesta con sus respectivas respuestas ..... 61
Figura 4-5 Segunda pregunta de la encuesta con sus respectivas repuestas ..... 62
Figura 4-6 Tercera pregunta de la encuesta con sus respectivas respuestas..... 62
Figura 4-7 Cuarta pregunta de la encuesta con sus respectivas respuestas ..... 62
Figura 4-8 Quinta pregunta de la encuesta con sus respectivas respuestas ..... 63

# Lista de tablas

**Pág.**

Tabla 2-1 Comparación entre el trabajo cooperativo y colaborativo Fuente: Sánchez y Paniagua, 2005, p. 11 ..... 11
Tabla 2-2 Antecedentes de investigación de este trabajo final ..... 22
Tabla 2-3 Habilidades para grado 6th ..... 25
Tabla 4-1 Algunos términos científicos adoptados por los estudiantes y recopiladas en documentos y formatos escritos, y también de manera oral ..... 52
Tabla 4-2 Tabulación de avances en el vocabulario ..... 54
Tabla 4-3 Verbos que han adoptado los estudiantes con mayor frecuencia ..... 55
Tabla 4-4 Comparativo de verbos ..... 59

# Lista de abreviaturas

## Abreviaturas

| Abreviatura | Término |
|---|---|
| 1.*STEM* | Science (ciencia), Technology (tecnología), Engineering (ingeniería) y Mathematics (matemáticas) |
| *TPACK* | Technological Pedagogical And Content. Knowledge |
| *CK* | Knowledge Content |
| *PK* | Knowledge Pedagogy |
| *TK* | Knowledge Technology |
| *TP* | Technology Pedagogy |
| *NGSS* | Next Generation Science Standards |
| *ISTE* | International Society for Technology in Education |

# Introducción

El aprendizaje de las ciencias naturales es una tarea que tiene la posibilidad de abarcarse desde diferentes contextos, de manera permanente y dinámica. ¿Cómo se podría abordar, por ejemplo, el concepto de aceleración de la gravedad, con diferentes ejemplos? Uno de ellos podría ser desde el contexto del deporte, donde la gravedad tiene un papel fundamental sobre el comportamiento de una pelota cayendo, un salto con garrocha o en un partido de Ultimate (Montes y Gil, 2019). Pero también podría usarse como contexto la danza, desde la cual el estudio podría partir desde la ubicación del centro de gravedad en un bailarín para lograr efectos importantes en ballet, como el Ballonné Pas (Un paso en el cual el bailarín salta encima desde el piso, con el pie sur le cou-de-pie, es decir el cuello del pie, hace una pausa en el aire y desciende ligera y suavemente), o mantener el equilibrio como en el caso del Battement, que según el Diccionario de Danza Clásica de Danza Ballet (2022) es un requisito para cumplir. Uno de los contextos más completos y poco estudiados a nivel escolar, es el planeta Tierra como texto vivo y dinámico; en él, se pueden analizar muchos conceptos físicos, químicos, biológicos, con niveles de profundidad muy variados, que son útiles para cualquier etapa escolar. Al comprender las leyes y principios físicos que rigen la Tierra, se podrán abordar desafíos globales como el cambio climático, la conservación de recursos naturales y el desarrollo sostenible. Al invitar a los estudiantes y propiciar el ambiente necesario para enlazar las ciencias físicas en este contexto, se puede inspirar a los alumnos a protegerlo y trabajar en las mejoras que permitirán extender la calidad de vida en el planeta.

Así mismo, uno de los temas de las ciencias de la Tierra que permite hacer acercamientos sobre el estudio de la materia, es el análisis de suelos y sus propiedades, debido a que la capa de nuestro suelo es una conformación de minerales, materia orgánica, agua y otros microorganismos. En el suelo y las siguientes capas se encuentra una gran riqueza de elementos científicos, por lo que su estudio puede convertirse en una herramienta apropiada para analizar fenómenos naturales que se abordan en la etapa escolar. Entre algunos de estos elementos, se encuentra la diferenciación de pH en diferentes tipos de

suelo, la humedad relativa, la composición de materiales que se logran diferenciar por medio de su densidad, la temperatura contenida y presión entre otros. El capítulo correspondiente al marco disciplinar presentará una profundización sobre alguna de estas variables. Se pueden analizar también aspectos como la textura del suelo, que determina la cantidad de arena, limo y arcilla presentes, así como su capacidad para retener agua y nutrientes. Además, se puede investigar la estructura del suelo, la porosidad y la capacidad de drenaje, factores cruciales para el crecimiento de las plantas y la infiltración del agua en el subsuelo. Esta afirmación se retoma más adelante para conectarla con el currículo escolar de Ciencias de la Tierra.

Adicionalmente, cuando el estudio científico de los suelos está soportado en prácticas que contienen sistemas de medición confiables, se puede obtener información contrastada con datos previos que pueden perdurar en el tiempo servir en nuevas investigaciones; de tal manera que el uso de los suelos en diferentes entornos puede hacerse de manera correcta. Una forma de realizar estas mediciones es usando sensores Arduino, ya que proveen datos relativamente confiables para el estudio de las ciencias, despertando la curiosidad, creatividad y posibilidades de innovación entre los estudiantes (Vargas, 2017).

Una aplicación importante del uso de sensores en los suelos ha sido documentada en el libro “Advances in Environmental Remote Sensing” (Van Genderen, 2011), en el que se muestran algunos estudios realizados con sensores para caracterizar zonas en términos de sus suelos y vegetación. Su investigación es basta y abarca sectores más allá de los escolares; mostrando la importancia del estudio de ambientes forestales y promoviendo el interés por el cuidado de los suelos en nuestro planeta.

La propuesta de este trabajo de grado, es fortalecer la unidad didáctica de ciencias de la tierra que se enfoca en el estudio de los suelos, de grado sexto del Colegio Rochester, analizando algunas de sus características, mediante la medición de diferentes propiedades físicas y químicas, empleando sensores Arduino con los estudiantes. La información que se obtiene permite comprobar algunos aspectos teóricos de la clase de “Earth, Space and Physical Science”. Todo lo anterior puede aportar elementos para el cuidado de sus zonas verdes y el “reservorio” del colegio. Además, permite generar conciencia sobre el cuidado de nuestros suelos, de tal manera que el proyecto trascienda a los hogares de los estudiantes involucrados. El Colegio Rochester considera entre sus políticas, el cuidado

del ambiente, la sostenibilidad y un enfoque científico que se vea reflejado en estudiantes sistémicos, es decir que además de enfocarse en sus metas y objetivos personales, también considera el impacto de sus acciones en el contexto escolar y que no solo se enfoquen en memorizar hechos relativos al currículo, sino en entender cómo se conectan y se aplican en situaciones de su entorno, promoviendo una comprensión más profunda y amplia de los temas estudiados; se pretende que los jóvenes estén comprometidos con el planeta. Otro aspecto importante de este trabajo es que se alinea con Proyecto Educativo Institucional, tanto en lo referente al currículo, como con sus políticas ambientales.

Para abordar unidades didácticas referentes a las ciencias de la Tierra, se considera importante planear secuencias en los conceptos y aplicaciones en situaciones que involucren directamente a los estudiantes. Desde los primeros grados, los conceptos de ciencias de la Tierra pueden servir como base para un aprendizaje vivencial y práctico, fomentando la curiosidad, el asombro y el deseo de cuidar nuestro ambiente. Por ejemplo, los estudiantes participan en actividades prácticas, como la observación de rocas y minerales, así como la investigación de fenómenos naturales como la erosión y el ciclo del agua. En los grados siguientes, los planes de estudio de ciencias de la Tierra sugieren enfatizar interconexiones entre variables inmersas en el contexto de las ciencias de la Tierra, promoviendo el pensamiento crítico en relación con temas ambientales. También se puede tener una aproximación más analítica, promoviendo la comprensión de conceptos geológicos complejos, como la tectónica de placas y la formación de montañas, a través de modelos y simulaciones. Adicionalmente, en la educación superior, las universidades han explorado técnicas innovadoras como experiencias de campo inmersivas y la integración de tecnología para profundizar la comprensión de los complejos fenómenos terrestres (Wysession, 2013).

Una de las preguntas que pueden surgir a partir las ideas anteriores es: ¿Cómo utilizar sistemas electrónicos de medición para que estudiantes de grado sexto analicen de manera creativa propiedades fisicoquímicas de los suelos? Para responder esta pregunta, se puede hacer el siguiente análisis:

A. En el contexto de Ciencias de la Tierra, se encuentran las leyes naturales que se abordan en el currículo propuesto para este grado y enmarcadas en los estándares STEM. La formación de los elementos de la Tierra, la composición de sus capas, los ciclos de materia y energía, sus elementos vivos e inertes, puede ser la base de estudio

para fortalecer las habilidades requeridas en este nivel escolar, debido a que en todos ellos se evidencia la conexión de cualquier ley o fenómeno que en ocasiones se descontextualiza de su verdadero origen. Adicionalmente, es muy importante fomentar el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas que vayan de la mano con los requerimientos de los avances globales del siglo XXI. La tecnología e innovación están cada vez más inmersos en los diferentes sistemas de la sociedad. La educación se presenta como un factor clave para mantenerse a la vanguardia de los avances en este ámbito, dado que está estrechamente vinculada al progreso social, económico y cultural de las diversas comunidades latinoamericanas. Por ende, es esencial reforzar las estrategias con el fin de garantizar que las nuevas generaciones alcancen un nivel acorde con el progreso en el mundo digital, en colaboración con la ciencia (Sábato, 1980). Al proponer el uso de la tecnología basada en los sensores Arduino y otro tipo de instrumentos electrónicos, como los microscopios y estereoscopios y sensores para la detección de minerales eón los suelos, se puede fomentar la curiosidad científica en los estudiantes y el deseo de ir más allá de las aulas como lo propone Sugata Mitra en su publicación “El hueco en la pared" (Mitra, 2013).

B. Los aspectos que se espera aportar al currículo del Colegio Rochester giran en torno a los tres ejes: disciplinar, didáctico y tecnológico. Esta descripción se hace posteriormente en los marcos del trabajo y sus antecedentes.

Este trabajo cuenta con elementos de una investigación cualitativa y cuantitativa, buscando un equilibrio entre la información que se pueda analizar en las dos vías. Este análisis se presenta en un capítulo posterior en el que se abordan con mayor claridad los aspectos que se tienen en cuenta.

# 1. Objetivos

## 1.1 Objetivo General

Generar estrategias metodológicas en el modelo de STEM para la conceptualización de variables fisicoquímicas en el contexto de las Ciencias de la Tierra.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Determinar algunas características de diferentes suelos enmarcadas en las propiedades físicas y químicas de la materia, de acuerdo con el currículo de ciencias de la Tierra en grado sexto.
- Utilizar sistemas de instrumentación de fácil manejo para estudiantes de grado sexto, con sensores que permitan obtener información comparativa de las características fisicoquímicas de los suelos estudiados en el marco de la asignatura “Earth, Space & Physical Science”.
- Analizar el comportamiento de las variables físicas y químicas obtenidas en el proyecto mediante gráficos de barras y tablas, para que los estudiantes, dentro del enfoque STEM, puedan entender mejor las conexiones matemáticas entre estas variables de forma autónoma.

# 2. Marcos de Referencia

## 2.1 Marco Didáctico

### 2.1.1 Introducción al modelo TPACK

El modelo TPACK se fundamenta en la intersección de tres áreas esenciales: Tecnología, Pedagogía y Contenido del Conocimiento. Al fusionar estas tres dimensiones, se busca crear una experiencia de aprendizaje enriquecida y efectiva para los estudiantes, donde la tecnología actúa como un facilitador para abordar el contenido temático de manera más profunda y contextualizada (Bernal, et al., 2019).

Aplicación del Modelo TPACK en este trabajo relacionado con las Ciencias de la Tierra:
De acuerdo con la metodología TPACLK (Revista UNIR,2020), se pueden definir los elementos que se relacionan directamente con este modelo en este trabajo final. Su importancia radica en la aplicación directa de este enfoque en las clases y su subsecuente efecto positivo en el aprendizaje de los estudiantes en esta área de las ciencias:

C. Contenido del Conocimiento (CK): En el contexto de las ciencias de la Tierra, el conocimiento del contenido es crucial. Esto abarca comprender los conceptos que se aplicarán en las clases, tales como el análisis de algunas variables químicas y físicas; como el pH, la afectación de la temperatura del suelo para cultivos ornamentales, y otras características como la humedad y presión en diferentes capas de horizontes de suelos.

D. Pedagogía del Conocimiento (PK): La pedagogía se relaciona con cómo se enseña el contenido. Aquí, se trata de utilizar estrategias educativas efectivas para transmitir los conceptos de manera accesible y significativa para los estudiantes. En este caso, la pedagogía incluye la exploración práctica, la indagación guiada y el análisis de resultados obtenidos en prácticas de laboratorio, para hacer una propuesta al Colegio

sobre cuidados que se pueden tener en los jardines y además que esta información trascienda a los hogares de los estudiantes por medio de sus experiencias y recolección de información documentada de manera rigurosa y sistemática.

E. Tecnología del Conocimiento (TK): La tecnología entra en juego al seleccionar y aplicar herramientas tales como el uso de arduínos que mejoran la comprensión del contenido. Adicionalmente si incluyen algunas simulaciones interactivas en las fases exploratorias, visualizaciones 3D, videos educativos y plataformas de aprendizaje en línea, que permiten a los estudiantes explorar fenómenos geológicos y ambientales de manera cercana a su entorno.

F. Pedagogía de la Tecnología (TP): La pedagogía de la tecnología se refiere a cómo se integra la tecnología de manera efectiva en la enseñanza. Es por esto por lo que se pretende crear actividades interactivas, como las referidas previamente, que involucren a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Los estudiantes desarrollan tareas cooperativas en línea, foros virtuales para comparar resultados y la documentación digital de sus resultados. Adicionalmente, la integración de la tecnología en esta propuesta didáctica se enriquece aún más mediante la incorporación de los principios de STEM. Al combinar Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, se fomenta una aproximación multidisciplinaria que refleja la complejidad entre las conexiones en las ciencias de la Tierra. A través de las experiencias de aprendizaje prácticas y basadas en la indagación, los estudiantes no solo explorarán los conceptos mencionados previamente, sino que también harán una inmersión en el campo de la tecnología y la ingeniería aplicada a los desafíos propuestos para su edad y desarrollo de pensamiento. El análisis matemático relacionado con los datos que se obtienen experimentalmente y el diseño de soluciones innovadoras para los temas ambientales del colegio son algunos ejemplos de cómo se fomenta el pensamiento crítico y creativo en el contexto STEM.

G. Tecnología de la Pedagogía (TPK): La tecnología de la pedagogía implica el uso de tecnología para respaldar estrategias pedagógicas que se han planteado. Al combinar la pedagogía con las herramientas tecnológicas como el uso de arduínos y

microscopios compuestos, se proponen experiencias de aprendizaje que se espera que sean muy efectivas.

H. Tecnología, Pedagogía y Contenido Integrados (TPACK): Al entrelazar tecnología, pedagogía y contenido, se espera crear un entorno educativo en el que los estudiantes pueden explorar y disfrutar las ciencias de la Tierra de manera profunda y atractiva.

Por lo anterior, el enfoque TPACK brinda un marco de referencia didáctico con una estructura sólida para este proyecto de grado, al equilibrar el contenido, la pedagogía y la tecnología de manera integrada; de tal manera que se logre una educación efectiva, enriqueciendo la comprensión de los estudiantes sobre los fenómenos que dan forma a nuestro planeta. Se utiliza el modelo TPACK como una parte estratégica en el marco teórico. Como Mishra y Koehler (2006) destacaron, “el TPACK permite que los educadores diseñen experiencias de aprendizaje enriquecidas que no solo aborden el contenido temático, sino que también capitalicen el potencial transformador de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje”. P

### 2.1.2 Desarrollo del trabajo en el entorno del aprendizaje cooperativo

El desarrollo de trabajo en el aula está enmarcado en el aprendizaje cooperativo (Lucero, 2003); este surge como una estrategia educativa que promueve la colaboración y el aprendizaje en comunidad. Se espera que haya una interacción activa entre los estudiantes, fomentando la comunicación efectiva, el intercambio de ideas y la resolución conjunta de problemas. Además, esta estrategia busca enriquecer las habilidades sociales y emocionales, la capacidad de reflexión crítica y el pensamiento creativo (Johnson et al., 1994). Debido a que los estudiantes enfrentan retos en su proceso académico, el aprendizaje cooperativo permite desarrollar habilidades de liderazgo, toma de decisiones y compromiso, de tal manera que se preparen para una participación exitosa en contextos académicos y profesionales a futuro. Algunos puntos relevantes que se destacan en esta metodología son:

A. Interdependencia Positiva: Es uno de los pilares fundamentales del trabajo cooperativo en el entorno escolar. Lo que se propone es la estrecha conexión entre

el éxito individual y el colectivo; se espera crear un ambiente donde cada miembro del equipo es esencial en el desempeño grupal. La interdependencia positiva invita a los estudiantes a colaborar y apoyarse mutuamente, ya que el logro de uno contribuye directamente al logro de todos. Al promover la responsabilidad compartida y el sentido de pertenencia, esta interdependencia no solo fortalece la cohesión del equipo, sino que también fomenta la responsabilidad individual en beneficio del grupo en su conjunto. Cada aporte individual es necesario para el desarrollo de las metas comunes.

B. Interacción cara a cara: Este aspecto establece la base para la comunicación y el intercambio activo de ideas entre los estudiantes. Al participar en discusiones en persona, debates y actividades colaborativas, los estudiantes no solo comparten sus conocimientos, sino que también se benefician de las ideas y perspectivas de sus compañeros. Esta interacción cara a cara permite que los estudiantes desarrollen habilidades de escucha activa, expresión clara y resolución de conflictos. Además, la interacción en persona fomenta la empatía, la comprensión mutua y la tolerancia ente los miembros del equipo y sus individualidades.

C. Procesamiento grupal: es una etapa esencial en el proceso de trabajo cooperativo. Esta fase de reflexión y análisis permite a los estudiantes mirar su recorrido desde el inicio hasta el momento en que se haga ya sea un corte parcial, o la revisión final de un proyecto o tarea en grupo, en la que se evalúa su experiencia en términos del contenido y de la mejora continua en aspectos como el social y refinamiento de habilidades de trabajo en equipo. Durante el procesamiento grupal, los estudiantes tienen la oportunidad de discutir los desafíos enfrentados, las estrategias efectivas utilizadas y las áreas en las que pueden mejorar como equipo. Este proceso de autoreflexión no solo fortalece la metacognición, sino que también fomenta la responsabilidad individual y colectiva por el aprendizaje. Las discusiones abiertas y sinceras que se promueven en el procesamiento grupal generan un espacio para el intercambio de comentarios constructivos y la identificación nuevos puntos de mejora individuales y como equipo.

Hay diferencias específicas entre el trabajo cooperativo y colaborativo que es preciso tener presente. En la tabla 2-1 se muestra una comparación sobre la forma en que cada metodología aborda algunos aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje.

**Tabla 2-1 Comparación entre el trabajo cooperativo y colaborativo Fuente: Sánchez y Paniagua, 2005, p. 11**

| | Comunicación | Cooperación | Colaboración |
|---|---|---|---|
| **Aprendizaje** | Transmisión de la información | Transmisión de la información | Transmisión de la información |
| **Indagación** | Individual | Delegación de tareas | Indagación colectiva |
| **Toma de decisiones** | Voto / acuerdo / desacuerdo | Negociación social | Consenso |
| **Planificación de objetivos** | Agendas individuales /Objetivos múltiples | Un solo objetivo /Agendas múltiples | Una agenda / un solo objetivo |
| **Responsabilidad** | Individual | Individual | Grupal |
| **Relaciones de aprendizaje** | Completa independencia | Independencia parcial | Completa inter-dependencia |

## 2.2 Marco de Referencia STEM

Este trabajo de grado cuenta con componentes de Ciencias, Tecnología, matemáticas e ingeniería a nivel escolar, conectados unos con otros de manera hilada y con un propósito; por lo tanto, se considera en el ámbito de STEM. ¿Qué es STEM y cuál es su origen?

STEM es una sigla que proviene de las palabras en inglés Science (ciencia), Technology (tecnología), Engineering (ingeniería) y Mathematics (matemáticas). El término STEM se popularizó a principios del siglo XXI, pero su enfoque en estas disciplinas fundamentales ha sido una parte esencial de la educación durante las últimas décadas. Se origina en la necesidad de preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos tecnológicos y científicos en una sociedad en constante evolución; La integración de estas disciplinas se ha convertido en una estrategia efectiva para abordar problemas complejos y fomentar la innovación. Así mismo, STEM representa una forma de enseñanza y aprendizaje interdisciplinaria que se centra en la aplicación práctica de las disciplinas mencionadas previamente. A través de proyectos y actividades, los estudiantes exploran el mundo real y adquieren habilidades esenciales en resolución de problemas, pensamiento crítico y colaboración. “Una verdadera educación STEM debería aumentar la comprensión de los estudiantes sobre cómo funcionan las cosas y mejorar su uso de las tecnologías” Bybee, R. W. (2010)

“The National Science Foundation” propuso por primera vez y de manera formal esta metodología, que pudo haber sido desarrollada de manera empírica mucho tiempo antes (Prieto 2020)

### 2.2.1 ¿Cuál es la importancia STEM en los proyectos de clase?

La incorporación de STEM en proyectos de clase es fundamental. Proporciona a los estudiantes la oportunidad de relacionar los conceptos académicos con situaciones reales y desafiantes. Los proyectos promueven la curiosidad y el pensamiento creativo, al tiempo que fomentan la aplicación de habilidades de STEM en un contexto práctico. Andrea Beaty, autora de libros para niños como "Rosie Revere, Engineer" y "Iggy Peck, Architect", que promueven la curiosidad y la resolución de problemas en el contexto de STEM, ha abierto el espectro para que muchos docentes encuentren y diseñen estrategias creativas en sus proyectos STEM. Los proyectos también destacan la importancia de la colaboración, ya que los estudiantes a menudo trabajan en equipo para resolver problemas complejos.

Las ventajas de trabajar proyectos en el ámbito STEM son muchas, por ejemplo, prepara a los estudiantes para carreras en campos de alta demanda, como la tecnología y la ingeniería, donde las oportunidades son abundantes. Además, fomenta habilidades esenciales, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la creatividad, que son aplicables en una amplia gama de situaciones. Los estudiantes también adquieren una comprensión más profunda de cómo funciona el mundo a su alrededor y se convierten en aprendices de por vida, lo que les permite adaptarse a un mundo en constante cambio. Debido a que no todos los seres humanos contamos con las mismas habilidades, los proyectos STEM pueden ser un camino alentador para niños con habilidades especiales, debido a las diferentes oportunidades que se presentan para explorar nuevos talentos. La doctora Temple Grandin, una científica destacada en el campo de la zoología y la autora de "The Autistic Brain", ha abogado por la inclusión de estudiantes con necesidades especiales en programas STEM debido a que la ciencia siempre ha necesitado diversos ingenios para avanzar (Elsevier, s.f.).

## 2.3 Marco de Referencia Integrados: STEM – TPACK

Como previamente se ha descrito, TPACK es un modelo que describe el conocimiento necesario para la integración efectiva de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje. Se centra en cómo los docentes combinan su conocimiento pedagógico, su conocimiento de contenido y su conocimiento tecnológico para crear experiencias de aprendizaje significativas. En el contexto de STEM, TPACK se convierte en un marco pedagógico-tecnológico fundamental para ayudar a los docentes a diseñar y llevar a cabo lecciones STEM efectivas. Para evidenciarlo mejor, se pueden analizar los siguientes aspectos:

A. **Integración de la Tecnología en STEM:** La tecnología desempeña un papel esencial en STEM, ya que es una parte integral de la ciencia, la tecnología y la ingeniería modernas. Los docentes de STEM deben ser capaces de integrar la tecnología de manera efectiva para permitir a los estudiantes explorar conceptos científicos, diseñar soluciones tecnológicas y recopilar y analizar datos. TPACK proporciona un marco sólido para la integración de la tecnología en lecciones y proyectos STEM. Mitch Resnick, creador de Scratch, un lenguaje de programación visual para niños, y miembro del Grupo de Medios del MIT, ha centrado su trabajo en la educación informática y la creatividad, demostrando la importancia de la tecnología en el desarrollo de nuevas habilidades en los usuarios (Resnick, M. 2017)

B. **TPACK y la Enseñanza de Contenido de STEM:** El conocimiento de contenido en TPACK se refiere a la comprensión profunda de los conceptos y temas específicos en una disciplina, como las matemáticas, la ciencia y la ingeniería. Los docentes de STEM deben combinar su conocimiento de contenido con su conocimiento tecnológico y pedagógico para diseñar lecciones efectivas que fomenten la comprensión y la aplicación de los conceptos de STEM. TPACK ayuda a los docentes a equilibrar la enseñanza del contenido de STEM con la integración de la tecnología de manera significativa.

C. **Desarrollo de Habilidades TPACK para Docentes de STEM:** La orientación en TPACK es valiosa para los docentes de STEM, ya que les brinda las herramientas necesarias para planificar, implementar y evaluar proyectos STEM que aprovechen

la tecnología de manera efectiva. Los docentes pueden desarrollar sus habilidades TPACK a través de la formación y la colaboración con otros educadores.

D. **La Intersección de STEM y TPACK:** La intersección de STEM y TPACK implica que los docentes de STEM no solo comprenden y enseñan su contenido de STEM de manera efectiva, sino que también saben cómo integrar tecnologías relevantes para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Esto lleva a experiencias educativas más ricas y al desarrollo de habilidades valiosas para los estudiantes en un mundo cada vez más tecnológico.

### 2.3.1 ¿De qué maneras este trabajo de grado está enmarcado en STEM?

Como ha sido mencionado previamente, mi trabajo final se desarrolló en la intersección de varios dominios clave dentro de la educación STEM, creando un enfoque holístico para el estudio de las ciencias de la Tierra. Además, teniendo en cuenta la inclusión asertiva de la tecnología en el aula, especialmente a través del uso innovador de Arduinos, mi trabajo intentó evidenciar la convergencia el estudio de las Ciencias de la Tierra con las tecnologías digitales.; alineando dentro del marco más amplio de la educación STEM, la ética del aprendizaje interdisciplinario, al unir ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. A través de este enfoque, mi trabajo tanto contribuyó al avance de la educación en ciencias de la Tierra en el colegio Rochester en el nivel de 6th, como ejemplificó la relación entre tecnología, pedagogía y contenido dentro del contexto STEM.

A continuación, se describen detalladamente los aspectos que evidencian esta intersección de aspectos clave en la educación STEM:

A. **Enfoque:** La implementación de un sistema para medir suelos mediante el uso de Arduínos se centra en la integración de la ciencia y la tecnología. Los estudiantes exploran cómo Arduino se utiliza para medir y recopilar datos relacionados con el suelo, como humedad, temperatura y pH entre otros. Esta integración demuestra la importancia de las disciplinas STEM en la comprensión del entorno y en la

resolución de problemas prácticos relacionados con la agricultura, la ecología y la sostenibilidad.

B. **Resalta la Resolución de Problemas:** En el material que se suministra incluyendo la cartilla, se fomenta la resolución de problemas al mostrar cómo Arduino puede abordar desafíos del mundo real. Los estudiantes pueden utilizar Arduino para gestionar cultivos, monitorear la calidad del suelo y contribuir a la conservación del medio ambiente. Esto subraya la relevancia de STEM en la búsqueda de soluciones a problemas contemporáneos y prepara a los estudiantes para abordar desafíos del mundo real.

C. **Fomenta la Creatividad y la Innovación**: Se anima a los estudiantes a explorar su creatividad y fomentar la innovación a través de proyectos personalizados con Arduino, más allá de los puros resultados obtenidos en las prácticas guiadas e clase. Esto les permite idear soluciones únicas para problemas específicos relacionados con el suelo y la agricultura, alentándolos a pensar de manera creativa y aportar nuevas ideas a la comunidad STEM.

D. **Destaca la Interdisciplinariedad**: Se hace énfasis en cómo los proyectos relacionados con el suelo y la medición de variables involucran múltiples disciplinas STEM. Los estudiantes se sumergen en campos como las ciencias de la Tierra, las matemáticas para el análisis de datos y la tecnología para la programación de Arduino. Esta interdisciplinariedad refleja la colaboración necesaria en el mundo real para abordar problemas complejos.

E. **Conexiones con el Mundo Real**: Se presentan ejemplos de profesionales STEM que utilizan tecnología como Arduino en la gestión de tierras agrícolas, la restauración ecológica y la investigación científica. Estos ejemplos ayudan a los estudiantes a comprender la relevancia de STEM en el mundo real, mostrando cómo las habilidades que adquieren en nuestra cartilla pueden aplicarse en contextos prácticos.

F. **Enfatiza la Importancia de la Recopilación de Datos**: Se da importancia a la recopilación de datos precisa en la investigación y la toma de decisiones

informadas relacionadas con el suelo. Arduino facilita la obtención de datos precisos, lo que es fundamental en la investigación científica y la toma de medidas que influyen en la gestión de recursos naturales.

G. **Promueve la Colaboración:** Esta propuesta fomenta la colaboración entre estudiantes al trabajar en proyectos de medición de suelos con Arduino. Esto refleja cómo los profesionales STEM a menudo colaboran en equipos multidisciplinarios para abordar problemas complejos, preparando a los estudiantes para trabajar juntos en soluciones innovadoras.

## 2.4 Marco de Referencia: Aprendizaje Centrado en el Estudiante

La inclusión de este marco sobre el aprendizaje centrado en el estudiante cobra una importancia fundamental en este trabajo, ya que todas las actividades y prácticas desarrolladas estuvieron dirigidas por este referente pedagógico. Este enfoque se convirtió en un gran eje que guió la investigación y aplicación de las mediciones de variables en los suelos a través de la tecnología de los arduinos.

El aprendizaje centrado en el estudiante se destaca por su enfoque personalizado, reconociendo la diversidad de estilos de aprendizaje y necesidades individuales presentes en el aula. Este paradigma educativo cultivar habilidades y actitudes que permitan a los estudiantes ser protagonistas activos de su propio proceso de aprendizaje (Delgado, 2019). En el contexto de las mediciones de variables en suelos, la aplicación de este enfoque implicó diseñar experiencias educativas que aborden los aspectos científicos y que se considerara el contexto personal y social de los estudiantes. Algunos de los postulados del aprendizaje centrado en el estudiante se mencionan a continuación al cobrar vida en este trabajo final:

A. Personalización del Aprendizaje: La Personalización del Aprendizaje, como principio fundamental, procede por la adaptación de las estrategias de enseñanza para satisfacer de manera específica las necesidades y estilos de aprendizaje individuales. Este enfoque busca crear experiencias educativas más significativas y efectivas al

reconocer la diversidad en las aulas. Carol Ann Tomlinson, una destacada educadora estadounidense, ha sido muy recocida por sus estudios dirigidos en este aspecto (Tomlinson y Strickland, 2005). Su trabajo se centra especialmente en la diferenciación y personalización del aprendizaje. A través de investigaciones, Tomlinson ha desarrollado enfoques prácticos y orientaciones para ayudar a los educadores a ajustar sus métodos de enseñanza según las necesidades específicas de cada estudiante. Tomlinson propone estrategias concretas para adaptar el contenido, el proceso de enseñanza y la evaluación, reconociendo la diversidad de habilidades, ritmos y estilos de aprendizaje en el aula. Su enfoque incluye la creación de entornos de aprendizaje flexibles que permiten a los estudiantes abordar los conceptos de manera que tenga relevancia para ellos. Al personalizar la enseñanza según los principios propuestos por Carol Ann Tomlinson, se busca satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes, fomentando un ambiente inclusivo donde cada estudiante pueda alcanzar su máximo potencial. Este enfoque resulta particularmente pertinente en el marco de este trabajo final, en el que la conexión personalizada con los conceptos puede despertar un interés más profundo y duradero en los estudiantes.

B. Participación Activa: La Participación Activa, como principio esencial del aprendizaje, impulsa a los estudiantes a involucrarse activamente en el proceso educativo, promoviendo la reflexión y el pensamiento crítico. Este enfoque reconoce la importancia de que los estudiantes sean agentes activos en la construcción de su propio conocimiento. Lev Vygotsky, a través de su teoría del constructivismo social, resalta la trascendencia de la participación activa y la colaboración entre los estudiantes. Vygotsky sostiene que el aprendizaje es un proceso social, y la interacción entre pares desempeña un papel fundamental en la adquisición de nuevos conocimientos (Siraj-Blatchford y Tena 2017). La participación activa va más allá de la simple absorción de información; implica la exploración, la discusión y la aplicación práctica de conceptos. En un contexto de aula, fomentar la participación activa implica diseñar actividades y entornos que motiven a los estudiantes a comprometerse de manera significativa con el material. Se busca crear oportunidades para el diálogo, la resolución de problemas y la aplicación práctica de los conceptos aprendidos. Esta metodología fortalece la comprensión, cultiva habilidades críticas y promueve un ambiente de aprendizaje colaborativo. De ahí la importancia de tener este postulado visible en las prácticas de mediciones de suelos co los estudiantes; ya que al aplicar el

principio de participación activa se invita a los alumnos asimilar información, sino también construir un entendimiento más profundo al explorar y discutir activamente conceptos científicos en un contexto interactivo y e el marco de la cooperación.

C. Autonomía y Responsabilidad: El principio de Autonomía y Responsabilidad en el aprendizaje enfatiza la importancia de empoderar a los estudiantes para que tomen un papel activo y consciente en su propia formación. Este enfoque busca fomentar la independencia intelectual y la capacidad de autorregulación en el proceso educativo. Uno de los promotores más reconocidos de este postulado fue John Dewey, un filósofo y pedagogo, que dedicó parte de su investigación a la promoción de la autonomía del estudiante. Su perspectiva educativa resaltaba la necesidad de experiencias prácticas y la participación activa de los estudiantes en su propio aprendizaje. Dewey defendió el enfoque educativo centrado en el estudiante, donde la educación no fuera simplemente un acto de recibir información, sino un proceso dinámico donde los estudiantes fueran actores responsables de su desarrollo intelectual. Al implementar el principio de autonomía y responsabilidad hay una implicación directa de proporcionar a los estudiantes las herramientas y el estímulo necesarios para que asuman un rol proactivo en la construcción de su conocimiento científico (Dussel, 2005). En esta tendencia se espera visualizar las evidencias en la planificación y ejecución de experimentos, la toma de decisiones.

D. Construcción del Conocimiento: Este principio se centra en el proceso en el que los estudiantes construyen su entendimiento al relacionar nuevas experiencias con sus conocimientos previos. Esta perspectiva, anclada en la teoría del constructivismo, destaca la idea fundamental de que el aprendizaje es un proceso dinámico y personal. Jean Piaget, quien diseñó estrategias que se utiliza en el campo del constructivismo, propuso que los estudiantes no son receptores pasivos de información, sino agentes activos que construyen sus conocimientos a través de la interacción con su entorno. La construcción del conocimiento implica diseñar entornos de aprendizaje que fomenten la exploración y la experimentación (Saldarriaga-Zambrano et al. 2016). En este nivel los estudiantes están implicados en la construcción de su conocimiento y en particular, esta exploración se convirtió en un pilar para este trabajo, al fomentar ideas creativas entre el grupo de estudiantes. Esto debido a que adquirieron hechos

científicos, participaron que ampliaron su comprensión y aplicaron conceptos científicos significativos en su proceso.

¿Cómo se evidencia el aprendizaje centrado en el estudiante en el Colegio Rochester?

La alineación de este trabajo final con los objetivos del Colegio Rochester se basa en fortalecer la unidad didáctica de ciencias de la tierra, centrándose en la medición de las propiedades físicas de los suelos mediante el uso de sensores Arduino. Este enfoque se debe a varios factores claves:

Adecuación al Nivel Educativo:

La selección de variables como temperatura, humedad y nivel de iluminación se basa en su adecuación al nivel cognitivo y técnico de los estudiantes de sexto grado. Estas variables son medibles utilizando sensores de Arduino, que son herramientas accesibles y manejables para los estudiantes a este nivel.

Enfoque Práctico y Tecnológico:

El uso de sensores Arduino permite a los estudiantes realizar mediciones en tiempo real, lo cual facilita una comprensión práctica y directa de las propiedades físicas del suelo. Esta metodología promueve el aprendizaje activo y la integración de la tecnología en el aula, alineándose con el modelo educativo STEM.

Durante la unidad didáctica, los estudiantes no solo aprendieron a utilizar estos sensores, sino que también desarrollaron habilidades científicas, como la precisión en la medición, el análisis de datos y otras mencionadas en este trabajo de grado.

Fortalecimiento del Lenguaje Científico:

A través de actividades prácticas y discusiones guiadas, los estudiantes mejoraron su capacidad para usar lenguaje científico y técnico. Este aspecto fue un componente central del trabajo, ya que la adopción de un vocabulario adecuado es esencial para el entendimiento de conceptos científicos.

Las actividades como la observación de granos de arena en el microscopio y la reflexión sobre la masa molecular de compuestos elementales ayudaron a los

estudiantes a conectar estos conceptos con la composición de la materia, cumpliendo con los estándares educativos.

La extensión de estos marcos de referencia fue deliberadamente incluida para brindar una visión completa y contextualizada del trabajo desde diferentes perspectivas disciplinares y didácticas. Cada componente de estos marcos, como el Marco Didáctico, el Marco de Referencia STEM, el Marco de Referencia Integrador (STEM - TPACK) y el Marco de Referencia del Aprendizaje centrado en el estudiante, se seleccionó cuidadosamente para enriquecer la comprensión del lector sobre el contexto y la relevancia del trabajo. Estos marcos proporcionan una base sólida para comprender cómo se diseñó y desarrolló el proyecto, así como su relación con los enfoques pedagógicos contemporáneos y las tendencias educativas actuales:

Marco Didáctico: Este marco proporcionó un enfoque pedagógico sólido al trabajo, introduciendo el Modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) para guiar la integración efectiva de la tecnología en la enseñanza de las ciencias de la Tierra. Además, destacó el desarrollo del trabajo en el entorno del aprendizaje cooperativo, resaltando su importancia en el proceso de aprendizaje.

Marco de Referencia STEM: Este marco resaltó la importancia de las disciplinas de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en los proyectos educativos, contextualizando el trabajo dentro de este enfoque interdisciplinario que promueve el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la innovación.

Marco de Referencia Integrador: STEM - TPACK: Este marco mostró cómo el trabajo se encuentra enmarcado en la convergencia entre STEM y TPACK, destacando cómo la integración de la tecnología en la enseñanza de las ciencias de la Tierra se alinea con las prácticas pedagógicas efectivas y los principios de las disciplinas STEM.

Marco de Referencia: Aprendizaje centrado en el estudiante: Este marco enfatizó la importancia de centrar el proceso educativo en las necesidades, intereses y habilidades de los estudiantes. Proporcionó antecedentes sobre el enfoque del aprendizaje centrado en el estudiante y destaca cómo el trabajo final se desarrolla en el aula, promoviendo un enfoque activo y participativo del aprendizaje.

## 2.5 Marco Disciplinar

### 2.5.1 Antecedentes

Los antecedentes de una investigación permiten establecer el contexto y los cimientos sobre los cuales se construye el estudio o trabajo que se pretende hacer. Estos antecedentes sirven como el marco histórico, teórico y empírico al fundamentar la necesidad y relevancia de la investigación. Al examinar los antecedentes, se puede obtener una visión clara de la evolución del tema a lo largo del tiempo, se identifican putos fuertes y débiles y nuevas motivaciones para continuar explorando diferentes áreas de estudio. Adicionalmente, los antecedentes proporcionan la base teórica que orienta la formulación de hipótesis y preguntas para iniciar un nuevo estudio o investigación. Permitiendo comprender las teorías existentes, los modelos conceptuales y los enfoques metodológicos que han sido empleados en estudios previos (Pasin y Trabucco, 2000).

La fundamentación de este trabajo final se apoyó en una base de conocimientos respaldada por una cuidadosa revisión de antecedentes. La tabla 2-2 ofrece una ventana a los antecedentes, explorando los orígenes del uso de la tecnología en el estudio de suelos, así como la relevancia de las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias de la Tierra. Estos antecedentes proporcionan una comprensión contextual, enriquecida por la incorporación de metodologías educativas basadas en la experimentación. Cada referencia en esta tabla representa una contribución en sí misma, y se entrelaza con otras para generar una red de conocimientos. Este tejido conceptual refleja la evolución y convergencia de ideas que han proyectado la ruta hacia la formulación de este trabajo final.

**Tabla 2-2 Antecedentes de investigación de este trabajo final**

| Artículo | Referencia | Año | Resumen |
|---|---|---|---|
| Los trabajos prácticos : punto de partida para aprender ciencias | López Rua, A. M., & Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 8*(1),145-166.[fecha de Consulta 15 de Noviembre de 2022]. ISSN: 1900-9895. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129256008 | 2012 | Este artículo señala la importancia de realizar prácticas de laboratorio que superen las expectativas de seguir pasos para llegar a un resultado; Propone algunas experiencias metodológicas para analizar fenómenos a través de experimentos que fomenten las características de un estudiante-investigador. |
| An exploratory study of informed engineering design behaviors associated with scientific explanations | Purzer, Ş. (2015, 20 mayo). An exploratory study of informed engineering design behaviors associated with scientific explanations - International Journal of STEM Education. SpringerOpen. https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-015-0019-7 | 2015 | Este artículo refiere la importancia de incorporar la tecnología y diseño de ingeniería en las prácticas escolares; de tal manera que los estudiantes desarrollen la curiosidad científica y vean los avances de la tecnologías de una forma mas relacionada con su quehacer cotidiano. |
| DISPOSITIVO MÓVIL PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS CÓDIGO DE PROYECTO: PG-16-1-01 | Galindo-Araque,Vargas-Sarmiento, Corredor-Gómez . Grupo de investigación InnovaTIC., Universidad Piloto de Colombia. Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Revistas ITC.edu.co | 2017 | Este artículo de investigación demuestra la utilidad de los sensores para hacer mediciones en suelos, obteniendo información cercana a la que se predice teóricamente. |
| Caracterización de Temperatura y Humedad de Suelos Agrícolas | Vargas M. C. Universidad Piloto de Colombia. Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Revistas ITC.edu.co | 2017 | Este artículo de investigación presenta una metodología utilizada para determinar algunas características de los suelos mediante el uso de sensores móviles. Este artículo además comunica información obtenida a través de gráficas en el plano cartesiano para comprender las caracterizaciones realizadas experimentalmente. |

### 2.5.2 Conexión curricular entre el trabajo final y contenidos de la asignaura

La asignatura “Earth, Space and Physical Science” del curso 6th del Colegio Rochester tiene varios ejes temáticos, entre los que se encuentran:

A. Earth as a system

B. Matter: Structure, substances, mixtures, and measurement

C. Methods and Attitudes of Natural Scientists
D. Energy: Concepts, Sources, Technology & Use

Estos ejes son parte del Next Generation Science Standards, conocidos como NGSS y la International Society for Technology in Education (ISTE) y son la base de los contenidos que se desarrollan en la clase Earth, Space & Physical Science. A continuación, se describen generalidades de NGSS e ISTE en la que se demuestra la conexión con STEM y TPACK, previamente descritos en este trabajo.

**A. Next Generation Science Standards**

Los ejes de NGSS se basan en un conjunto de estándares de educación en ciencias desarrollados en los Estados Unidos para transformar la forma en que se enseñan y aprenden las ciencias. Estos estándares se basan en una sólida investigación científica y en enfoques pedagógicos modernos que buscan preparar a los estudiantes para afrontar los desafíos del siglo XXI. Los NGSS están diseñados para ser flexibles y adaptables a diversas necesidades educativas. (Brown, P., & Concannon, J., 2018)

NGSS cuenta con tres dimensiones:

- **Dimensiones de la Práctica Científica:** Esta dimensión se centra en las habilidades y prácticas que los científicos utilizan para investigar el mundo. Incluye la formulación de preguntas, la planificación de investigaciones, la recopilación y análisis de datos, y la comunicación de resultados.
- **Dimensiones de los Conceptos Científicos:** Esta dimensión abarca los conceptos fundamentales de las ciencias, como la energía, la materia, la estructura y función de los sistemas vivos, la Tierra y el espacio, y más. Los estudiantes adquieren conocimientos sólidos en estas áreas clave.
- **Dimensiones de las Conexiones entre la Ciencia y la Ingeniería:** Los NGSS destacan la importancia de la ingeniería y la tecnología como disciplinas relacionadas con las ciencias. Los estudiantes aprenden a aplicar el pensamiento y los métodos de ingeniería para resolver problemas del mundo real y diseñar soluciones.

La conexión entre los estándares NGSS y este trabajo de grado es muy útil para fortalecer la educación en ciencias, ya que se promueve en los dos sentidos un enfoque integrado de las ciencias, donde los estudiantes no solo memorizan hechos y conceptos, sino que también desarrollan habilidades de investigación, resolución de problemas y pensamiento

crítico, tal como se menciona previamente; además se busca que los estudiantes tengan una comprensión más profunda y significativa de las ciencias al conectar los conceptos con la práctica científica y la ingeniería.

Uno de los propósitos de NGSS es preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo real al enfocarse en la aplicación de la ciencia en situaciones prácticas, tal como lo que se pretende en este trabajo con el objetivo general, al estar inmerso en STEM. Esto es esencial para la formación de individuos que puedan contribuir a la resolución de problemas complejos, como el cambio climático, la sostenibilidad, la salud y la tecnología. El marco educativo de Next Generation Science Standards (NGSS) permite que el trabajo en el aula que se promueve en este trabajo de grado logre integrar la práctica científica, los conceptos de ciencias y la ingeniería; al pretender mejorar la calidad de la educación en ciencias en el colegio Rochester y permear a quienes lo consideren apropiado en sus currículos.

B. **International Society for Technology in Education**

La *International Society for Technology in Education* (ISTE) es una organización líder en el ámbito de la educación que se dedica a empoderar a educadores y estudiantes a través del uso efectivo de la tecnología. ISTE promueve prácticas educativas innovadoras y basadas en la tecnología, y proporciona pautas y estándares que ayudan a transformar la enseñanza y el aprendizaje en el siglo XXI. (Howes, 1994). Muchas de sus dimensiones están alineadas con los proyectos STEM y por supuesto este trabajo de grado está directamente relacionado con esta línea de trabajo. Entre los estándares comunes, se pueden identificar ls siguientes:

**Aprendizaje y Enseñanza Innovadores:** Los estándares ISTE se centran en cómo la tecnología puede mejorar y transformar la enseñanza y el aprendizaje. Esto incluye la promoción del pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad a través de herramientas digitales. De tal manera que al realizar prácticas como las que se proponen acá, los estudiantes lograrán estas metas comunes.

**Ciudadanía Digital:** ISTE promueve la responsabilidad digital y la ética en línea. Los estándares se centran en cómo los estudiantes pueden utilizar la tecnología de manera segura y ética, así como comprender su papel en la comunidad en línea. Cada práctica de suelos propuesta está enmarcada en estos criterios de trabajo.

**Liderazgo en Tecnología:** Los estándares también abordan la importancia de liderar la integración de la tecnología en la educación. Esto incluye la formación de líderes educativos que pueden guiar eficazmente el uso de la tecnología en las escuelas.

Al proporcionar pautas claras, medibles y en el entorno de ISTE, se evaluar su competencia en tecnología y garantizar que los estudiantes estén preparados para el mundo digital. Y en la misma dirección de STEM, ISTE fomenta la colaboración y el intercambio de ideas entre educadores a nivel mundial, lo que contribuye a una comunidad global de aprendizaje. Esta colaboración es esencial para mantenerse al tanto de las últimas tendencias y prácticas en el uso de la tecnología en la educación.

La tabla 2-3 presenta las habilidades que este trabajo conectó con el currículo del curso y que son tomadas de NGSS, ISTE y las propias del Colegio Rochester, mediante las cuales se trazó el hilo conductor conceptual y procedimental para dar cumplimiento con los requerimientos comunes colegio-trabajo final.

**Tabla 2-3 Habilidades para grado 6th**

| Skill Expectation Rochester School. **NGSS** | Skill Expectation Rochester School **ISTE** | Skill Expectation Rochester School |
|---|---|---|
| Predict how Earth's lithosphere could impact climate change over the next 10 million years | Explore or solve problems by selecting technology for data analysis, modeling and algorithmic thinking, with guidance from an educator. | Scientifically demonstrate the transformation of energy from one form to another, and the impact in properties of matter |
| Develop models to describe the atomic composition of simple molecules and extended structures. | Learn how to evaluate sources for accuracy, perspective, credibility and relevance. | Identify the properties of a mixture to separate its components by using physical methods taking into account environmental practices. |
| Develop a model to describe the cycling of Earth's materials and the flow of energy that drives this process. | | |

Además de estas habilidades, el colegio Rochester está vinculado con GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment); es un programa internacional de ciencia y educación que conecta a estudiantes, maestros y científicos en el estudio de la Tierra. Este programa fue iniciado por la NASA junto con la Administración Nacional

Oceánica y Atmosférica (NOAA) y otras agencias internacionales. Una de las funciones de GLOBE es proporcionar a los estudiantes y maestros herramientas y recursos para llevar a cabo observaciones científicas y recopilar datos sobre la atmósfera, hidrosfera, biosfera y suelo. Los participantes pueden contribuir a investigaciones científicas del mundo real y obtener una comprensión más profunda de los sistemas ambientales de la Tierra (Amos, 2020). Ya que GLOBE fomenta la colaboración global al reunir a estudiantes de diferentes partes del mundo para abordar cuestiones medioambientales comunes, este trabajo utilizó sus protocolos que más adelante se mencionan para realizar algunas prácticas relacionadas con suelos y de gran valor para el desempeño de los estudiantes.

### 2.5.3 Desarrollo en el aula NGS-ISTE-GLOBE-Otras

La conexión intencionada con las habilidades propuestas por Next Generation Science Standards (NGSS), International Society for Technology in Education (ISTE), y el Programa GLOBE, así como las competencias específicas del colegio, no solo se presenta como una elección pedagógica, sino como una respuesta consciente a las demandas educativas del siglo XXI. La convergencia de estas metodologías y estándares enriquece la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y sienta las bases para una educación integral que abarca desde las Ciencias de la Tierra hasta la fluidez digital. Esta conexión estratégica se genera como un puente entre los objetivos académicos globales y la aplicación práctica de tecnologías innovadoras, destacando la relevancia y el impacto de las habilidades adquiridas en un contexto más amplio y contemporáneo. En este sentido, cada actividad realizada se convierte en un eslabón esencial para la formación de individuos capaces de enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos de manera competente y reflexiva. A continuación, se presentan las actividades macro desarrolladas:

A. Develop models to describe the atomic composition of simple molecules and extended structures. (NGSS) - Desarrollar modelos para describir la composición atómica de moléculas simples y estructuras extendidas: La unidad didáctica inició mediante el estudio de materia desde su forma más simple. La ejemplificación se dio con el análisis de moléculas de diferentes silicatos y componentes del suelo. Por ejemplo, en el caso de $SiO_2$, los estudiantes calcularon su masa molecular, y luego observaron a través del microscopio su estructura y composición.

B. Predict how Earth's lithosphere could impact climate change over the next 10 million years (NGSS) - Predecir cómo la litosfera de la Tierra podría afectar el cambio climático durante los próximos 10 millones de años: Un componente esencial de esta investigación fue la creación de un video por parte de los estudiantes, que sirve como un hilo conductor visual que conecta de manera coherente los conceptos fundamentales de ciencias de la tierra explorados en diferentes etapas. El video presenta una progresión lógica que va desde la macroescala hasta la microescala. Comienza con una visión general de las capas terrestres, incluyendo la atmósfera, biosfera, geosfera, litosfera y hidrosfera. La segunda parte se centra en la litosfera, donde se ubican los suelos, proporcionando un contexto geográfico para comprender la diversidad de suelos. A continuación, el video se adentra en la clasificación detallada de los tipos de suelos presentes, destacando sus características distintivas. La fase final del video se concentra en un análisis molecular y las propiedades físicas y químicas específicas de cada tipo de suelo. Este enfoque secuencial no solo consolida los conocimientos adquiridos, sino que también destaca la capacidad de los estudiantes para explorar y comunicar de manera integral los conceptos relacionados con la ciencia de la Tierra para ser explorada mediante la tecnología de Arduino en el aula de clase, al analizar las propiedades de algunos suelos.

C. Develop a model to describe the cycling of Earth's materials and the flow of energy that drives this process. (NGSS) - Desarrollar un modelo para describir el ciclo de los materiales de la Tierra y el flujo de energía que impulsa este proceso: Los estudiantes identificaron horizontes en un perfil de suelo, observaron la estructura, color, consistencia, textura y presencia de rocas, raíces y otros elementos de cada horizonte, y tomaron muestras para usar en un protocolo de caracterización de laboratorio estandarizado por Globe. De tal manera que los estudiantes pudieron interactuar con el tema de estudio e hilarlo tanto con el trabajo de grado como con el currículo de manera fluida. Como parte de esta sección, los estudiantes participaron activamente en la creación de terrarios que sirven como modelos visualmente llamativos de los horizontes del suelo. Utilizando sensores conectados a placas Arduino, los estudiantes llevaron a cabo mediciones de las temperaturas y humedad en cada capa del suelo simulado. Este enfoque práctico no solo mejoró

la comprensión de los estudiantes sobre los procesos geológicos y climáticos, sino que también fomentó su habilidad para aplicar la tecnología de Arduino de manera creativa en proyectos científicos concretos. El producto final, los terrarios con sus datos de temperatura, ilustra la estrecha conexión entre los temas de ciencias de la Tierra y la aplicación práctica de la tecnología, destacando así la efectividad de este enfoque pedagógico en el aula de clase.

D. Explore or solve problems by selecting technology for data analysis, modeling and algorithmic thinking, with guidance from an educator (ISTE) - Explora o resuelve problemas seleccionando tecnología para análisis de datos, modelado y pensamiento algorítmico, con la orientación de un educador. En el contexto de esta habilidad, se demuestra el uso específico de los Arduinos como una herramienta útil para la exploración y resolución de problemas en el análisis de los datos obtenidos mediante el uso de esta tecnología. Los estudiantes trabajaron en la configuración de los Arduinos para recopilar datos precisos de las temperaturas en diferentes suelos y además en las capas de los terrarios representativos de los horizontes del suelo. Esta experiencia no solo les proporcionó una comprensión práctica de los conceptos científicos, sino que también fomentó el desarrollo de habilidades críticas, como la toma de decisiones en la aplicación efectiva de algoritmos para el análisis de datos. El uso de Arduinos en estas prácticas demostró ser una herramienta integral que puede potenciar la capacidad de los estudiantes para abordar problemas de manera innovadora, fortaleciendo su habilidad para aplicar la tecnología de manera efectiva en la resolución de problemas científicos.

E. Learn how to evaluate sources for accuracy, perspective, credibility and relevance (ISTE) - Aprende a evaluar las fuentes en cuanto a precisión, perspectiva, credibilidad y relevancia. Esta habilidad se focalizó en el desarrollo de habilidades críticas para evaluar fuentes en términos de precisión, credibilidad y relevancia. Los estudiantes participaron en las siguientes actividades diseñadas para cultivar su capacidad de discernimiento en la selección y evaluación de información:

- I**nvestigación temática:** los estudiantes realizaron de manera individual un estudio sobre los tipos de suelos y las variaciones que experimentan en respuesta

a diversas condiciones, incluida la geografía y otros factores relevantes. Guiados por la premisa de cultivar habilidades de discernimiento en la selección y evaluación de información, exploraron diversas fuentes en línea de carácter científico, así como textos físicos de la biblioteca del colegio. Indagaron con diferentes colaboradores del colegio sobre los diferentes tipos de suelos que están presentes en la vegetación circundante y en particular la calidad del agua y otros aspectos ambientales. En este punto, se dio relevancia a la adquisición de nuevo vocabulario y apropiación del leguaje científico; tendiente al fortalecimiento del pensamiento crítico en su edad de pensamiento.

- **Debate y Discusiones:** La información recolectada fue presentada inicialmente en discusiones por equipos pequeños y luego se concluyó con un debate en el que formularon sus perspectivas y compartieron las fuentes de información que consultaron.
- **Práctica de verificación de datos:** Algunos de los datos obtenidos mediante el uso de los Arduíno, fueron contrastadas con los sensores del colegio, de tal manera que validaron gran parte de la información y retomaron las mediciones de datos que podían ser no confiables por las diferencias encontradas en las comparaciones hechas.

F. Scientifically demonstrate the transformation of energy from one form to another, and the impact in properties of matter. (Rochester standards) - Demostrar científicamente la transformación de la energía de una forma a otra y el impacto en las propiedades de la materia. En esta unidad, se exploraron diferentes transformaciones de energía, primero con un simulador digital para niños de las edades de los estudiantes de 6th con un enfoque particular en la energía térmica presente en los suelos. Los estudiantes, al analizar las variaciones de temperatura en los terrarios diseñados, pudieron evidenciar directamente cómo la energía térmica está presente y varía a través de las capas del suelo. Este proceso ilustró la relación entre la energía térmica y las propiedades de la materia en el contexto específico de los suelos. Se observó que los suelos más superficiales tendían a experimentar cambios más rápidos en la temperatura, indicando una mayor capacidad para absorber y liberar energía térmica. En contraste, los suelos más profundos mostraron una estabilidad térmica relativa, reflejando una capacidad diferente para retener la energía térmica a lo largo del tiempo. Esta conexión entre el cambio de temperatura y la energía térmica en los distintos suelos resaltó la

importancia de comprender cómo las características específicas del suelo afectan las transformaciones de energía y, por ende, las propiedades térmicas del entorno.

G. Identify the properties of a mixture to separate its components by using physical methods taking into account environmental practices. (Rochester standards) - Identificar las propiedades de una mezcla para separar sus componentes mediante el uso de métodos físicos teniendo en cuenta prácticas ambientales. Para desarrollar esta habilidad se propuso identificar las propiedades de una mezcla y emplear métodos físicos, primero desde un nivel general con el diseño de un laboratorio para hacer "lava lamps" en el que determinaron algunas propiedades de la materia y luego se enfocó en prácticas ambientales, en las que los estudiantes, al aplicar métodos físicos para identificar las propiedades de mezclas en diferentes suelos, comprendieron la importancia de gestionar los residuos de manera sostenible. Esto inspiró la colaboración activa en la compostera del colegio Rochester mediante la toma de temperatura y humedad de varios sectores de esta compostera, aportando datos sobre las variables mencionada requeridos para la eficiencia en la generación de abono para los cultivos escolares; también sirvió como un ejemplo concreto de cómo la tecnología puede contribuir activamente a prácticas ambientales responsables dentro del entorno del colegio. En este contexto, la implementación de Arduinos en el colegio no solo se limitó a ser una práctica científica exclusiva de la clase, sino que se convirtió en un instrumento valioso para contribuir al equipo de sostenibilidad del colegio. Es decir que la implementación de este trabajo de grado permitió un monitoreo de estos procesos por pate de los estudiantes de la clase, mejorando no solo la comprensión de las propiedades de las mezclas implicadas, sino también optimizando las prácticas de gestión de residuos del colegio.

### 2.5.4 Variables escogidas para medir con la tecnología

En el transcurso de este estudio, se hizo una exploración detallada de las condiciones fundamentales que influyen en la salud y vitalidad del suelo, dado que este es el componente central de la unidad didáctica desarrollada este el trabajo final. Con el fin de tener una imagen clara de estos factores, se seleccionaron cuidadosamente tres variables:

temperatura, humedad y nivel de iluminación del entorno circundante. La elección de estas variables representa un intento por abordar aspectos esenciales en la enseñanza de los suelos y en particular su desarrollo en el colegio Rochester. La implementación de sensores de Arduino para la medición en tiempo real de la temperatura y humedad del suelo, junto con el nivel de iluminación ambiental, permitió una comprensión más profunda de las condiciones edáficas, así como también abrió la puerta a una gestión más informada y sostenible de nuestro entorno. A continuación, se describe la interconexión entre estas variables y las habilidades que se desarrollan en el currículo del colegio para este curso.

- 2.5.4.1. Temperatura

La temperatura juega un papel fundamental en el estudio del cuidado del suelo, ya que afecta diversos procesos biológicos, químicos y físicos que son cruciales para la salud y la productividad de los suelos. Aquí hay algunas maneras en que la temperatura influye en el estudio del cuidado del suelo:

A. **Descomposición de Materia Orgánica:** La temperatura del suelo afecta la tasa de descomposición de la materia orgánica. Temperaturas más altas suelen acelerar la descomposición, liberando nutrientes esenciales para las plantas (Universidad Complutense Madrid, s.f.). Al comprender esta relación se puede optimizar la gestión de residuos orgánicos en la compostera del colegio y la mejora de la fertilidad de los jardines internos y sembrados del colegio.

B. **Actividad Microbiana:** La temperatura influye en la actividad de los microorganismos del suelo. Muchos procesos biológicos, como la descomposición de residuos y la fijación de nitrógeno, son sensibles a las variaciones de temperatura (Universidad de Granada s.f.).

C. **Disponibilidad de Nutrientes:** La temperatura afecta la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Puede influir en la velocidad de liberación de nutrientes de las partículas del suelo y en la capacidad de las plantas para absorberlos (Cherlinka, 2023). Al regular

la temperatura del suelo se puede optimizar la disponibilidad de nutrientes tanto en los jardines del colegio como en los terrarios que los estudiantes están controlando.

D. **Ciclos Hídricos:** La temperatura influye en los patrones de evaporación y condensación en el suelo, afectando los ciclos hídricos.

E. **Crecimiento de Plantas:** La temperatura del suelo tiene un impacto directo en el crecimiento y desarrollo de las plantas (CANNA, s.f.). Esto permitió que los estudiantes analizaran este factor en las diferentes muestras escogidas para los terrarios.

- 2.5.4.2. Humedad

La humedad del suelo también desempeña un papel importante en este trabajo final, ya que afecta diversos procesos y propiedades del suelo que son esenciales para su salud y productividad. Las siguientes son algunas maneras en que la humedad influye en el estudio de los suelos y su cuidado:

A. **Disponibilidad de Agua para las Plantas:** La humedad del suelo determina la cantidad de agua disponible para las plantas (Zotarelli, et al., 2019). Una gestión adecuada de la humedad es esencial para asegurar que las plantas reciban la cantidad óptima de agua para su crecimiento y desarrollo.

B. **Ciclos de Nutrientes:** La humedad del suelo también influye en los ciclos de nutrientes al afectar la movilidad y la solubilidad de los nutrientes en el suelo. La absorción de nutrientes por las raíces de las plantas está vinculada a la humedad del suelo.

C. **Actividad Microbiana:** Los microorganismos del suelo son sensibles a los niveles de humedad. La actividad microbiana, que es esencial para la descomposición de materia orgánica y la liberación de nutrientes, está influenciada por la disponibilidad de agua en el suelo. Y para el efecto de la compostera del colegio Rochester, este factor incide directamente en los fines de la descomposición de los residuos orgánicos.

D. **Compactación del Suelo:** La humedad del suelo también puede afectar la compactación del suelo. Suelos demasiado secos pueden volverse más propensos a la compactación, mientras que suelos saturados pueden tener riesgos similares. (Cueto, 2009) La compactación del suelo puede afectar la aireación y la infiltración de agua.

Aunque existen algunos otros factores en los que la humedad del suelo influye, como son la calidad del suelo, la erosión y el desarrollo de enfermedades, los anteriores fueron los que se consideraron para escoger esta variable.

.

- 2.5.4.3. Iluminación

Aunque la iluminación no se asocia directamente con el estudio de los suelos, puede influir de diversas maneras en los procesos biológicos, químicos y físicos que ocurren en el suelo. Los siguientes aspectos se tuvieron en cuenta para escoger esta variable para ser tenida en cuenta en las mediciones de los sensores de suelo:

A. Fotosíntesis de Plantas: La iluminación es esencial para la fotosíntesis, un proceso mediante el cual las plantas utilizan la luz solar para convertir el dióxido de carbono y el agua en carbohidratos y oxígeno (Blanco-Valdés, 2019).

B. Ciclos de Luz y Oscuridad: Los ciclos de luz y oscuridad afectan los patrones de actividad de los organismos en el suelo (López 2023)

C. Temperatura del Suelo: La iluminación solar puede influir en la temperatura del suelo. La exposición directa al sol puede calentar el suelo, lo que a su vez afecta la actividad biológica y química en el suelo. La temperatura del suelo también puede afectar la velocidad de descomposición de la materia orgánica (Peraza, 2020).

Y otros factores no menos importantes como el desarrollo de las plantas y raíces, la foto degradación de compuestos orgánicos, y efectos microbianos y en la erosión.

Además de las variables descritas previamente, en la introducción se mencionó la variable de presión. ¿Cómo la composición de los materiales se puede diferenciar de acuerdo con la presión?

La composición de los materiales del suelo puede diferenciarse de acuerdo con la presión debido a los cambios que esta induce en las propiedades físicas y químicas del suelo. Bajo diferentes niveles de presión, las partículas del suelo y los minerales pueden experimentar reordenamientos, compactación y cambios en su estructura cristalina. Esto tiene varias implicaciones:

Compactación del Suelo:

Baja Presión: En condiciones de baja presión, los suelos tienden a tener una estructura más suelta con poros más grandes. Esto permite una mayor circulación de aire y agua, y generalmente se encuentra en suelos superficiales.

Alta Presión: Bajo alta presión, los suelos se compactan, reduciendo el tamaño de los poros. Esto puede disminuir la permeabilidad del suelo, afectando la retención de agua y la aireación. La compactación también puede cambiar la distribución de los minerales y la materia orgánica.

Cambios en la Composición Mineral:

Formación de Minerales: La alta presión puede promover la formación de ciertos minerales que no se formarían a baja presión. Por ejemplo, ciertos minerales arcillosos y óxidos pueden desarrollarse o transformarse bajo condiciones de alta presión.

Metamorfismo: En profundidades donde la presión es alta, los minerales existentes en el suelo pueden sufrir metamorfismo, cambiando su estructura y composición química. Esto es común en zonas de subducción o bajo capas de suelo muy gruesas.

Reacciones Químicas:

La presión también puede influir en las reacciones químicas dentro del suelo. Por ejemplo, bajo alta presión, ciertas reacciones químicas pueden acelerarse, facilitando la formación o disolución de minerales específicos.

Composición de la Materia Orgánica:

Descomposición de Materia Orgánica: En suelos menos compactos, la descomposición de la materia orgánica ocurre más rápidamente debido a una mejor aireación. En suelos compactados, la descomposición puede ralentizarse, cambiando la composición química del suelo con el tiempo.

# 3. Implementación de estrategias tecnológicas para desarrollar el trabajo final con los estudiantes

## 3.1 Diseño y Elaboración de una Guía Sencilla para el uso de Arduino

Los estudiantes recibieron una cartilla digital que comprende indicaciones generales para la manipulación sencilla del material electrónico (sensores de medición). El objetivo de divulgar esta cartilla era proporcionar un enfoque estructurado y accesible para aprender a interactuar con sensores utilizando la plataforma Arduino; además pretendía fomentar la adquisición de habilidades prácticas para la resolución de problemas en diferentes ambientes, y en particular en esta unidad didáctica relacionada con algunas propiedades físicas y químicas de la materia en el contexto de las Ciencias de la Tierra. También, se esperaba que esta herramienta digital contribuyera a fortalecer la seguridad de los estudiantes y la comprensión de metodologías digitales de trabajo. La cartilla digital puede proporcionar de manera permanente una base sólida para explorar la electrónica y la programación, invitando a la creatividad y exploración de nuevos campos de acción escolar (Arévalo, s.f).

La cartilla se presenta en un libro electrónico ( https://read.bookcreator.com/uwSLoaCUrUazXa96lWExPid37Qz2/qjQK3MVERN-hlqrjVrcfHw) para que pueda ser visualizada de manera completa; sin embargo los siguientes párrafos describen los elementos que contiene.

Elementos de la cartilla: **ARDUÍNO PARA JÓVENES EXPLORADORES**

### 3.1.1 Introducción

La introducción de la cartilla sobre Arduino invita al lector a iniciar una exploración de la creación electrónica, destacando la ilimitada creatividad que se puede alcanzar de esta plataforma. Se presenta Arduino como una herramienta interesante para jóvenes inventores, como una pequeña pero poderosa computadora capaz de interactuar con el entorno y controlar una amplia variedad de dispositivos. Se ofrece la posibilidad de utilizar sensores para medir datos relevantes como la presión del suelo y la temperatura, revelando así información valiosa que puede contribuir a la protección de nuestro planeta. En resumen, la introducción crea una atmósfera emocionante y motivadora, presentando a Arduino como una herramienta no solo para la creatividad sino también para la exploración y descubrimiento científico. Invita al lector a sumergirse en esta experiencia, desafiando su imaginación y conduciéndolo hacia un viaje lleno de posibilidades.

### 3.1.2 ¿Qué es un Arduino?

En esta sección, se presenta Arduino como una herramienta inteligente y versátil, comparándola con un pequeño cerebro capaz de potenciar inventos de todo tipo. Se destaca la capacidad de Arduino para medir y comprender el entorno, gracias a la presencia de sensores especializados que pueden detectar variables como temperatura, luz e incluso la humedad del suelo. Adicionalmente se resalta el carácter facilitador y exploratorio de Arduino, enfatizando que Arduino tanto recopila información, como también tiene la capacidad de procesarla, ofreciendo una visión informada de lo que está sucediendo en el entorno.

### 3.1.3 Componentes básicos

En esta sección se describe el significado de los componentes más sobresalientes:

A. Microcontroladores
B. SensoresSensors
C. Actuadores
D. Pines de salida y entrada
E. Puerto Usb
F. Fuente de alimentación

G. LED (diodos emisores de luz)
H. Micrófonos
I. Pantalla

### 3.1.4 Aplicación en medición de datos del suelo

En esta sección se detalla este sistema de Arduino como una herramienta para medir datos del suelo. Podemos usarlo para obtener información sobre la calidad y las condiciones del suelo en diversas aplicaciones como agricultura, jardinería e investigación; especificando en los siguientes ejemplos

A. Sistema de Riego Automático
B. Estación Meteorológica para el Suelo
C. Monitoreo de la Calidad del Suelo

### 3.1.5 Programando con Arduino

En esta sección se dan las pautas generales para escribir programas de tal manera que Arduino haga lo que queremos. Tal como un un asistente inteligente, pero que necesitamos hablar su idioma. Por lo tanto, se invita a explorar el lenguaje de la programación. Este aspecto fue consolidado en la clase de computación que toman los estudiantes que hicieron parte activa en este trabajo final. Los pasos que se describen en la cartilla son:

A. Escribir Programas Simples
B. Ejemplos con Explicaciones Paso a Paso
C. Sintaxis y lógica

### 3.1.6 Algunos ejemplos

A. Escribir Programas Simples: en el que se detalla un programa muy simple que le dice a Arduino que encienda y apague el LED cada segundo. Igualmente se provee el código en la cartilla.

B. Ejemplos con Explicaciones Paso a Paso: en este ejemplo se dan las pautas para usar un sensor de temperatura con Arduino. Igualmente se provee el código en la cartilla.
C. Sintaxis y Lógica: en programación, la sintaxis se refiere a cómo escribir las instrucciones correctamente. Aquí se provee un ejemplo simple de una declaración "if" que verifica si un sensor de luz detecta oscuridad y enciende un LED.

### 3.1.7 Descubre y crea

En esta sección se invita al lector a explorar ideas adicionales a los proyectos de clase para poner en práctica; los siguientes ejemplos forman parte de la cartilla:

**A. Aventura en la ciencia del suelo:** se propone una exploración sobre la composición del suelo, pruebe sus propiedades y descubra los tesoros escondidos de la tierra.

- **Materiales necesarios:** Muestras de suelo, lupa, kit de prueba de pH, contenedores.
- **Instrucciones:** Incluídas en la cartilla

**B. Guardián del Jardín con Arduino**

- **Descripción:** Crear un monitor de jardín inteligente para mantener las plantas sanas **Materiales necesarios:** placa Arduino, sensor de humedad del suelo, LED, timbre y plantas.
- **Instrucciones:** Incluídas en la cartilla

**C. La Sinfonía del Suelo**

- **Descripción:** Crear una obra maestra musical con la tierra como orquesta, aprendiendo sobre la conductividad del suelo y convirtiéndola en un musical.
- **Materiales necesarios:** Arduino, sensor de conductividad del suelo, zumbador y computadora.
- **Instrucciones:** Incluídas en la cartilla

**D. Explorador del suelo en Marte**

- **Descripción**: Explorar del suelo en Marte utilizando Arduino para simular el entorno marciano y probar muestras de suelo en busca de signos de vida.
- **Materiales necesarios**: Arduino, tierra roja (simulando suelo marciano), kit de prueba de pH y un recipiente.
- **Instrucciones**: Incluídas en la cartilla

### 3.1.8 Consejos de Seguridad

Esta sección incluye la importancia de seguir algunos parámetros que proporcionan seguridad para quien manipule elementos electrónicos y también para el buen uso de los equipos.

### 3.1.9 Recursos adicionales

Se proveen recursos para que los estudiantes profundicen o refuercen de acuerdo con los diferentes ritmos de aprendizaje y maneras de explorar información.

## 3.2 Implementación de Guías de Trabajo y Laboratorios

A continuación, se detallan las guías de trabajo propuestas a los estudiantes, las cuales, como se mencionó en secciones anteriores, fueron diseñadas con el propósito específico de alinearse con los aprendizajes establecidos en el plan de estudios del colegio. Estas prácticas se concibieron como una herramienta pedagógica, así como una oportunidad para que los estudiantes fortalezcan los conceptos físicos adquiridos en clase. Además, se pretendía despertar un interés significativo en el cuidado de los suelos del planeta, ofreciendo a los estudiantes una conexión tangible entre los principios teóricos aprendidos y su aplicación práctica en la preservación del medio ambiente. De este modo, las guías de trabajo se convierten en una herramienta didáctica que va más allá del aula, inspirando a los estudiantes a encontrar un propósito concreto en sus estudios y a contribuir de manera activa al cuidado del entorno planetario. Cabe destacar que, aunque el material original se divulgó en inglés debido al idioma de la clase, se presenta aquí su versión traducida al español para facilitar la comprensión en este trabajo final. Las guías originales, se encuentran disponibles en los anexos para referencia adicional.

## A. Explorando la Masa Molecular de la Arena y Su Microscopía

El propósito de esta práctica es conocer elementos del mundo de la química y la microscopía para entender la materia desde su forma más simple.

Objetivos:

- Calcular la masa molecular de la arena mediante su fórmula química.
- Observar la estructura y composición de la arena bajo el microscopio.
- Comparar la arena común con la arena de río.

Materiales:

- Arena común
- Arena de río
- Microscopio

Pasos:

1. Cálculo de la Masa Molecular:

a. Tomen una muestra de la arena local y anoten su fórmula química.

b. Utilicen la fórmula química para calcular la masa molecular de la arena.

c. Compartan sus resultados y discutan las variaciones posibles.

2. Exploración bajo el Microscopio:

a. Coloquen una pequeña cantidad de arena local en el portaobjetos del microscopio.

b. Observen la muestra con diferentes aumentos y registren las características microscópicas.

c. Repitan el proceso con la arena de río.

d. Comparen las estructuras y composiciones microscópicas de ambas arenas.

3. Divulgación:

a. Hagan un registro fotográfico de las observaciones en el microscopio para que puedan compartirlas con sus compañeros.

3. Discusión y Conclusiones:

a. En grupo, compartan sus observaciones y conclusiones sobre la masa molecular y la microscopía.

b. ¿Hay diferencias significativas entre la arena común y la de río?

c. Reflexionen sobre la importancia de entender la composición de los materiales que nos rodean.

Recuerden:

Asignar roles del trabajo cooperativo y realizar un reporte teniendo en cuenta los elementos estudiados previamente del método científico.

**B. Título de la Práctica: Guía de Exploración de Investigación: Entendiendo los Secretos del Suelo**

Durante esta sesión podremos indagar, consultar y conocer nuevos conceptos acerca de los suelos de nuestro planeta.

Paso 1: Elección de Textos:

- Comiencen revisando los textos seleccionados en la biblioteca. Cada texto ofrece una perspectiva única sobre los tipos de suelos, composición y temas relacionados.
- Elijan dos textos que capturen su interés. Busquen puntos de vista diversos e información para enriquecer su comprensión.

Paso 2: Exploración de Vocabulario:

- Mientras leen, creen un registro de vocabulario en el póster proporcionado. Identifiquen y registren cualquier término nuevo relacionado con la ciencia del suelo. Esto mejorará su comprensión y habilidades de comunicación.

Paso 3: Preparación de la Presentación:

- Después de la lectura, elijan aspectos del tema del suelo que consideren relevantes para ustedes y la clase. Preparen una breve presentación destacando puntos clave, datos interesantes y cualquier pregunta que surja durante su exploración.
- Consideren el uso de elementos visuales, como diagramas o imágenes, para ilustrar sus hallazgos.

Paso 4: Discusión en Grupo:

- Únanse a sus compañeros en una discusión grupal. Compartan los aspectos más destacados de su investigación, intercambien ideas y discutan los diversos aspectos de los suelos que encontraron más intrigantes.
- Participen en conversaciones para ampliar sus perspectivas y aprender unos de otros.

Paso 5: Reflexión y Preguntas:

- Tómense un momento para reflexionar sobre el proceso de investigación. ¿Qué les pareció más sorprendente o desafiante? ¿Hay preguntas persistentes o áreas que les gustaría explorar más a fondo?
- Compartan sus reflexiones con el grupo y tomen notas de la discusión que tengan sobre esta práctica.

**C. Título de la Práctica: Descubriendo el Universo de los Arduino**

Objetivo: Explorar el mundo de Arduino, sensores y prácticas creativas a través de una cartilla interactiva.

Materiales Necesarios:

- Cartilla digital sobre el uso de Arduinos, sensores y prácticas creativas: **ARDUÍNO PARA JÓVENES EXPLORADORES**
- Dispositivo para acceder a la plataforma.
- Cuaderno o dispositivo para tomar notas.

Pasos para la Práctica:

Exploración Personal:

- Accede a la plataforma y abre la cartilla digital.
- Dedica tiempo a explorar cada sección de la cartilla por tu cuenta. Toma notas sobre conceptos que encuentres intrigantes o creativos.

3. Colaboración en Equipos (25 minutos):
   - Forma parte de un pequeño equipo asignado.
   - Comparte las ideas que te parecieron más interesantes y los descubrimientos con tus compañeros.
4. Compartiendo Ideas (15 minutos):
   - Cada equipo comparte sus ideas más interesantes con la clase.
5. Manipulando sensores (20 minutos):
   - Explora el material adicional proporcionado en la plataforma. ¿Qué ejemplos de proyectos creativos te gustaría realizar?
6. Reflexión Personal (10 minutos):
   - Reflexiona sobre las posibilidades creativas que has descubierto.
   - Escribe en tu cuaderno las ideas para proyectos que te gustaría explorar más a fondo.

7. Cierre y Desafío Creativo (10 minutos):
   - Escribe las ideas que te hayan atraído en los carteles que estás dispuestos para ello.
   - Desafío: Investiga sobre un proyecto Arduino creativo que te apasione y comparte tus hallazgos en nuestra próxima sesión. Guía de Inicio con Arduino: Explorando Sensores de Temperatura y Humedad

## D. Guía de Inicio con Arduino: Explorando Sensores de Temperatura, Humedad e Iluminación

Materiales Necesarios:

- Placas Arduino Uno.
- Sensores de temperatura y humedad.
- Muestras de suelo con diferentes niveles de humedad.
- Computadoras con el entorno de desarrollo Arduino instalado.
- Cables de conexión USB.

Pasos para la Práctica:

1. Conociendo el Mundo de Arduino (15 minutos):
   - Vamos a empezar con una breve introducción a Arduino y a lo que vamos a lograr hoy.
   - Descubre por qué los sensores de temperatura y humedad son tan útiles para la investigación de suelos. Para este paso puedes hacer uso de la cartilla previamente estudiada para apoyarte y recordar todo lo que necesitas para trabajar adecuadamente.

2. Explora el Material con tu grupo de trabajo, asignando previamente roles de trabajo cooperativo con tus compañeros (20 minutos):
   - Revisa las placas Arduino, los sensores y las muestras de suelo, diferenciando sus partes.
   - Revisa la bibliografía sugerida en la cartilla sobre el uso de Arduino y sensores.

3. Monta Tu Propio Experimento (30 minutos):
   - Presta atención a las explicaciones que se dan para que puedas seguir paso a paso las indicaciones a seguir

4. Conexión a tu computador (15 minutos):

5. Juguemos con el Código Arduino (40 minutos):
   - Revisa y carga el código enviado para leer datos de temperatura y humedad.

6.Toma datos (45 minutos):
   - Recibirás muestras de suelo con diferentes niveles de humedad.
   - Toma datos de temperatura y humedad en diferentes condiciones.

7. Analiza los Datos (30 minutos):
   - Compara los datos obtenidos en las diferentes muestras de suelo.
   - Utiliza un diagrama de barras para traficar los datos obtenidos y escribe 4 conclusiones de tus resultados.

8. Reflexionando sobre tus resultados (15 minutos):
   - Tómate un momento para reflexionar sobre lo que has aprendido.
   - Anota cualquier idea para mejorar el proceso.

9. Cierre y Desafío (10 minutos):
   - Comparte en el procesamiento de la clase 3 aspectos nuevos que hayas aprendido, dos aspectos que hayas recordado y un aspecto que quieres seguir fortaleciendo en tu aprendizaje
   - Desafío: Piensa en preguntas o ideas para investigaciones futuras con Arduino y sensores de suelo.

10. Tarea para Casa:
   - Investiga proyectos interesantes relacionados con Arduino y suelos para compartir en nuestra próxima sesión.

**E. Exploración de los Horizontes del Suelo a través de Terrarios y Arduíno**

Con esta práctica tendremos una aproximación de los horizontes del suelo a través de la creación de terrarios. ¿Por qué es tan importante? Como hemos estudiado, los suelos son la base de nuestro entorno y comprenden capas distintas, cada una desempeñando un papel crucial en el crecimiento de las plantas.

Materiales Necesarios:

- Macetas o contenedores transparentes.
- Tierra para macetas o mezcla de tierra de jardín.
- Tierra arcillosa.
- Arena gruesa o perlita.

- Pequeñas piedras o guijarros.
- Sensores de temperatura y humedad para Arduino.
- Placa Arduino y cables.
- Computadora para registrar datos.

Pasos de la Actividad:

1. Capa de Roca Madre (C):

- Coloca pequeñas piedras o guijarros en la parte inferior como representación de la roca madre.
- Observa cómo influye en el drenaje y la estabilidad del suelo.

Luego, procedes con las otras capas:

2. Capa de Suelo Subyacente (B):

Llena a continuación un siguiente nivel del contenedor con tierra para macetas o mezcla de tierra de jardín.

3. Capa de Suelo Superior (A):

Coloca tierra más ligera y mezclada con compostaje encima de la capa de suelo subyacente.

4. Planta semillas en la capa superior y observa

Planta algunas semillas en la capa superior.

Observa cómo se desarrollan las plantas y cómo influye cada capa en el crecimiento.

5. Registro de Datos con Arduino:

- Conecta los sensores de temperatura y humedad para que puedas tomar una medida de Arduino en la parte inferior y superficial del suelo. Estas mediciones deben tomarse en la siguiente sesión de clase, para que puedas tener resultados mas claros.
- Registra las lecturas en tu computador.

6. Análisis y Conclusiones:

- Compara las temperaturas registradas en las diferentes capas.
- Escribe tus observaciones sobre cómo cada capa afecta la temperatura.
- Reflexiona sobre la importancia de medir la temperatura en diferentes lugares del suelo.

# 4. Metodología integrada para el análisis de resultados

## 4.1 Selección de enfoques utilizados para el análisis de resultados

En la ejecución de esta investigación, se tuvo en cuenta un enfoque integral que abarcó tanto métodos cualitativos como cuantitativos.

La investigación cualitativa ha sido enriquecida por las contribuciones de destacados académicos como Steve Taylor y Robert Bogdan. Estos investigadores han delineado algunas características esenciales de este enfoque, reconociendo en él un enfoque inductivo que parte de observaciones específicas hacia patrones generales. La perspectiva del análisis cualitativo en una investigación abarca la totalidad del escenario y de las personas, adoptando un enfoque holístico que busca comprender a los participantes dentro de sus propios marcos de referencia. La sensibilidad de los investigadores hacia el impacto que generan, así como su disposición a suspender sus propias creencias, demuestra el rigor y la imparcialidad inherentes al proceso cualitativo. Esta metodología emerge como un arte, relacionando la interpretación, creatividad y flexibilidad para explorar las complejidades de las experiencias de las personas involucradas en los procesos que se analicen bajo esta óptica. Las contribuciones de Taylor y Bogdan subrayan la importancia de la validez y la dignidad en todos los escenarios y personas, consolidando así la investigación cualitativa como una disciplina rica y reflexiva (Arteaga et, al., 2017).

La elección de la investigación cualitativa en este trabajo final se fundamentó en la necesidad de comprender a fondo las experiencias, percepciones y contextos relacionados con el desarrollo del pensamiento crítico y científico de los estudiantes que participaron en la implementación de este trabajo final (Rodríguez, et al., 1996). A través de reuniones de círculo, entrevistas para verificar aspectos específicos de los temas tratados y para analizar el uso de lenguaje científico entre otros puntos relevantes de este trabajo, se pudo

determinar el avance individual y colectivo relacionados con el uso de la tecnología para estudiar algunos aspectos de las ciencias de la Tierra y en particular de nuestros suelos. Debido a que el colegio Rochester basa su horizonte institucional en la teoría de la elección propuesta por William Glasser, las reuniones de círculo representan un componente fundamental para promover la participación activa y el diálogo abierto entre los participantes; estas reuniones se centran en la creación de un espacio seguro y respetuoso donde los estudiantes pueden compartir sus experiencias, pensamientos y emociones de manera libre y constructiva. Durante estas interacciones, se fomenta la autenticidad en sus respuestas, dado que no se juzgan como correctas o nó, así la conexión interpersonal, alineándose con los principios fundamentales de la teoría de Glasser (Glasser, 1999). De tal manera que se incluyeron dentro de la investigación cualitativa, como una herramienta para explorar en profundidad las perspectivas y percepciones de los participantes, permitiendo un análisis enriquecido de los temas que se trataron en ellas. Esta estrategia proporcionó evidenciar el avance de los estudiantes en su comunicación, en el análisis de las preguntas realizadas y en general, una comprensión más holística de las experiencias de los participantes. También sirvió como un medio efectivo para aplicar los principios de la teoría de la elección en la práctica cotidiana del colegio.

Adicionalmente a adopción del enfoque cualitativo en mi investigación se visualizó ligada desde el inicio al principio de mejora continua. Este método, que valora la flexibilidad y la adaptabilidad, permite ajustes continuos en función de los resultados y las necesidades emergentes a lo largo del proceso (Cerrón, 2019). Debido a la naturaleza cíclica de la investigación cualitativa, esta invita a la reflexión constante y la revisión de enfoques; facilitando una mejora continua en la calidad y relevancia de la investigación. De tal manera, que la retroalimentación constante y la capacidad de ajuste inherentes a este enfoque, proporcionan elementos valiosos que propician la evolución constante de este trabajo, garantizando que cada etapa estuviera nutrida de aprendizajes previos: La mejora continua se convirtió, en un pilar esencial en este trabajo final, tanto para las expectativas de los estudiantes, como para la trascendencia de su aplicación en el Colegio Rochester.

De manera simultánea, la investigación cuantitativa se incorporó para agregar un componente analítico del que se pudiera reconocer información valiosa. Debido a que la investigación cuantitativa desempeña un papel fundamental en el avance del conocimiento científico, su importancia radica en la capacidad para proporcionar datos y estadísticas

precisas, permitiendo un análisis objetivo y cuantificable de fenómenos y relaciones. Este enfoque utiliza métodos estructurados para recopilar, analizar y generalizar información, contribuyendo a la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. Al emplear algunas técnicas de la investigación cuantitativa se pueden reducir sesgos y en cambio, obtener resultados objetivos que pueden aplicarse de manera más amplia en contextos relacionados con el objeto de estudio de este trabajo final. Aunque aparentemente se puede pensar que los resultados de una investigación cuantitativa se presentan en un informe sin explicaciones adicionales, y que además son arbitrarios, este tipo de investigación también revela las características inherentes a los datos organizados. Debido a que la investigación cuantitativa se centra en la recopilación, procesamiento y análisis de datos relacionados con variables predefinidas. Esta característica va más allá de presentar un simple listado de datos organizados; los resultados mostrados en el informe final están en plena concordancia con las variables declaradas inicialmente, proporcionando una realidad específica a la que estos datos están vinculados (Yanetsys, s. f.).

Utilizando encuestas y mediciones, se recopilaron datos que pudieran revelar patrones, y relaciones cuantificables en este trabajo. Este enfoque cuantitativo permitió corroborar las perspectivas cualitativas, así como también aportó elementos adicionales a la comprensión general del comportamiento de los estudiantes que estuvieron desarrollando esta propuesta de manera activa.

La combinación de estos dos enfoques metodológicos fortaleció la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos y también facilitó una exploración más completa dede los resultados obtenidos en el estudio de las variables escogidas en los suelos.

A pesar de que la lengua nativa de la mayoría de los estudiantes es el español, las reuniones de círculo y las entrevistas se llevaron a cabo en inglés. Esta elección se fundamentó en el hecho de que la clase se desarrolla principalmente en inglés, ya que este idioma constituye su segundo idioma. El uso del inglés en diversas clases y actividades se ha establecido institucionalmente como una estrategia pedagógica para fortalecer la apropiación del vocabulario y otras competencias en este idioma. La conducción de las interacciones en inglés, aunque no sea la lengua materna de los participantes, por tal razón el material desarrollado con los estudiantes se ajustó al contexto educativo, favoreciendo el desarrollo y la consolidación de habilidades lingüísticas en el marco de su proceso de aprendizaje bilingüe. Esta decisión no solo facilitó la expresión de los participantes en el idioma de instrucción, sino que también enriqueció la investigación al proporcionar una

perspectiva sobre cómo el uso del inglés contribuye a los estudiantes en su desarrollo lingüístico y cultural.

## 4.2 Resultados obtenidos dentro del marco cualitativo

A partir del análisis previo, se pudo determinar que durante el transcurso de esta unidad didáctica, los estudiantes fortalecieron habilidades científicas apropiándose de una mayor seguridad al participar en los conversatorios y reuniones de círculo realizadas y dirigidas por ellos. En particular, se notó una notable mejora en la precisión y coherencia de sus expresiones al abordar temas relacionados con suelos, así como en las mediciones de temperatura y humedad. Adoptaron un lenguaje científico más preciso y técnico, La tabla 4-1 contiene algunas palabras que fueron adoptadas por los estudiantes, que les ayudaron a demostrar mayor comprensión de los conceptos discutidos. Esta evolución es evidente en su capacidad para emplear términos especializados de manera efectiva, contribuyendo así a conversaciones más enriquecedoras y fundamentadas en la exploración científica; de tal manera que al avanzar en sus cursos, puedan sentir mayor seguridad al expresarse adecuadamente.

**Tabla 4-1 Algunos términos científicos adoptados por los estudiantes y recopiladas en documentos y formatos escritos, y también de manera oral**

| Antes | Ahora |
|---|---|
| Suelo Seco | Baja humedad del suelo |
| Suelo Mojado | Humedad del suelo |
| Sustancias para las plantas | Nutrientes |
| Suelo Frío | Temperatura baja del suelo |
| Calor en la tierra | Radiación térmica del suelo |

Para lograr este progreso, se implementaron algunas estrategias concretas:

A. **Integración en las actividades prácticas:** El colegio Rochester ha implementado con éxito la estrategia de Aprendizaje Visual Integrado (IVL, por sus siglas en inglés, Integrated Visual Learning). Esta técnica se fundamenta en la premisa de proporcionar herramientas visuales para facilitar la incorporación y comprensión de conceptos clave

por parte de los estudiantes. A través del IVL, se busca crear un entorno educativo enriquecido visualmente, donde los materiales didácticos y las presentaciones se diseñan de manera estratégica para aprovechar el poder del aprendizaje visual. La utilización de algunos recursos visuales ayudó a que los estudiantes se apropiaran del lenguaje esperado en el estudio de suelos.

B. **Discusiones Guiadas con Vocabulario Específico:** Se propusieron discusiones en clase centradas en temas relacionados con suelos proponiendo preguntas que para responderlas, se requería el lenguaje técnico relacionado con el tema de suelos. Se proporcionó un vocabulario básico antes de la discusión y se fomentó su uso a medida que los estudiantes participaban. Se alentó a los estudiantes a expresar sus ideas y argumentos utilizando el lenguaje técnico aprendido. Se realizaron correcciones constructivas cuando fue necesario reforzando positivamente el uso adecuado de términos técnicos por parte de los estudiantes.

C. **Lecturas focalizadas:** Se propusieron tiempos específicos en clase en los que se se alentó a los estudiantes a leer textos científicos relevantes y subrayar palabras clave que les podría ayudar a apropiarse de vocabulario científico.

Al finalizar el semestre, había una provisión de las respuestas de los estudiantes en evaluaciones finales y las actividades de aplicación que mostró un progreso significativo. Los estudiantes demostraron una mejora en la retención de vocabulario específico, así como también una capacidad más avanzada para aplicar estos términos en situaciones prácticas. La implementación de estrategias de lectura y subrayado, junto con la aplicación práctica de términos en contextos reales, fortaleció su éxito en la adquisición y aplicación del vocabulario técnico.

Para hacer evidente en este trabajo final y presentar la transición hacia un lenguaje más científico, implementé una rutina de pensamiento estructurada. Presenté a los estudiantes una lista de palabras clave relacionadas con los conceptos científicos que estábamos estudiando, bajo el título "Antes Decía". Frente a cada palabra, proporcioné una columna encabezada con "Ahora Digo". En esta rutina, los estudiantes fueron desafiados a reflexionar sobre las expresiones que solían utilizar comúnmente y a traducirlas hacia un lenguaje más técnico y científico. De tal manera que pude evidenciar la internalización de

términos clave. La participación activa de los estudiantes en esta actividad proporcionó una valiosa retroalimentación sobre su progreso en la adopción de un lenguaje más especializado y refinado en el contexto de nuestra materia. La tabla 4-2 presenta la tabulación se hizo por cada palabra:

**Tabla 4-2 Tabulación de avances en el vocabulario**

| Antes Decía | Ahora Digo | Respuestas | Antes Decía | Ahora Digo | Respuestas |
|---|---|---|---|---|---|
| Suelo mojado | Humedad del suelo | 8 | Suelo Seco | Baja humedad del suelo | 7 |
| | Suelo hidratado | 5 | | Suelo sin agua | 5 |
| | Suelo con agua | 4 | | Suelo deshidratado | 5 |
| | Nivel de agua en el suelo | 2 | | Suelo sin humedad | 2 |
| **Antes Decía** | **Ahora Digo** | **Respuestas** | **Antes Decía** | **Ahora Digo** | **Respuestas** |
| Sustancias para plantas | Nutrientes | 7 | Bichitos | Microorganismos | 12 |
| | Sustancias nutritivas | 4 | | Seres microscópicos | 3 |
| | Compuestos | 4 | | Microseres | 2 |
| | Compost | 2 | | Animales muy pequeños | 1 |
| | Alimentos para el crecimiento | 2 | | Microfauna | 1 |
| **Antes Decía** | **Ahora Digo** | **Respuestas** | **Antes Decía** | **Ahora Digo** | **Respuestas** |
| Calor en la tierra | Radiación térmica del suelo | 9 | Suelo frío | Temperatura baja del suelo | 10 |
| | Calor que sale de la tierra | 3 | | Baja temperatura | 7 |
| | Rayos de calor terrestres | 2 | | Suelo con baja temperatura ambiente | 2 |
| | Rayos de calor del suelo | 1 | | | |
| | Emisión térmica del suelo | 1 | | | |
| | Temperatura del suelo | 1 | | | |
| | Radiación térmica | 1 | | | |
| | Brillo caliente del suelo | 1 | | | |

A medida que avanzamos en esta unidad didáctica, se hizo evidente el fortalecimiento del pensamiento crítico entre estudiantes. Este desarrollo se ha manifestado de diferentes maneras. Una de ellas es la adquisición y aplicación de verbos científicos, los cuales han enriquecido su capacidad para analizar, evaluar y comunicar con mayor precisión los

conceptos explorados. Los estudiantes ahora emplean con destreza términos más específicos, reflejando un nivel más profundo de comprensión y una habilidad más fluida para expresar ideas científicas con claridad. Este enfoque en la precisión y la terminología técnica no solo ha elevado la calidad de las discusiones, sino que también ha propiciado entre los estudiantes cultivado un ambiente de aprendizaje dirigido a la indagación crítica y la construcción colaborativa del conocimiento. A continuación, se da una lista de verbos que han sido apropiados de manera significativa por los estudiantes:

**Tabla 4-3 Verbos que han adoptado los estudiantes con mayor frecuencia**

| Antes | Ahora |
|---|---|
| Ver | Observar |
| Pensar | Predecir |
| Probar | Experimentar |
| Hacer | Diseñar |
| Decir | Argumentar |
| Comprender | Interpretar |
| Revisar | Examinar |
| Decidir | Concluir |
| Usar | Aplicar |

Adicionalmente, a lo largo de la implementación de este trabajo final en el aula, los estudiantes han alcanzado un nivel de pensamiento crítico que va más allá de la consecución de datos científicos. Este progreso se ha evidenciado al concluir sobre la utilidad de las prácticas y mediciones realizadas. Además de la interpretación de gráficos y la obtención de resultados numéricos, los estudiantes han llegado a comprender que estas mediciones son mucho más que simples datos; son herramientas para poner en práctica en diferentes contextos del colegio y ha podido trascender en el interés de realizar aplicaciones en sus casas.

Al reflexionar sobre la interconexión entre las condiciones del suelo y la salud ambiental, los estudiantes han cultivado una apreciación crítica de cómo estas mediciones sirven

como indicadores del buen funcionamiento de la compostera del colegio, por ejemplo, y del cuidado de las plantas y jardines de nuestro entorno; y en general la vitalidad de nuestro ecosistema. Han llegado a la conclusión de que comprender la complejidad del suelo no solo es esencial desde un punto de vista científico, sino que también tiene ramificaciones prácticas y éticas. Este pensamiento crítico ahora se traduce en acciones concretas, ya que los estudiantes reconocen la importancia de estas mediciones en un contexto académico en tanto que asumen la responsabilidad de ser defensores activos de la sostenibilidad ambiental. A continuación, se proporciona una serie de elementos que muestran el impacto de este trabajo final, a partir de la metodología cualitativa:

- A través de este proceso, los estudiantes han demostrado su interés por ser agentes de cambio que contribuyen al cuidado y preservación de nuestro entorno participando en la toma de datos de la temperatura y humedad de la compostora e informando al equipo de sosteniblindad del colegio los datos obtenidos para la determinar el buen funcionamiento o anomalías de este sistema de reciclaje del Colegio Rochester. Por lo que están siendo parte de las acciones ambientales: un grupo de 10 estudiantes están siendo parte de un equipo conformado para este fin como resultado de su comprensión crítica. Esta es una demostración del impacto profundo que la ciencia puede tener en la formación de ciudadanos informados y comprometidos.

Para obtener información de una manera segunda fuente, se realizó la misma actividad en dos tiempos diferentes, en la que los estudiantes escogían la respuesta más acertada; todas las preguntas estuvieron dirigidas a la escogencia de un verbo y el contexto fue el método científico, y la intención fue revisar escavane en el uso de los verbos utilizados en los dos eventos. A continuación, se mencionan las preguntas, resultados y el análisis correspondiente:

1. Cuando evalúas la información recolectada durante una actividad práctica, estás más propenso a _____: La **observación** directa de los datos recopilados durante una actividad práctica es determinante para identificar patrones y fenómenos.

a. Observar
b. Mirar
c. Revisar

d. Ver

2. Antes de iniciar un experimento para analizar la composición del suelo, ¿Qué paso es requerido en la planificación organizada de tu investigación? En el método científico, **diseñar** el experimento implica planificar cuidadosamente cómo se llevará a cabo para asegurar la recopilación precisa de datos.

a. Preparar
b. Hacer
c. Inventar
d. Organizar

3. ¿Cuál de los siguientes verbos describe mejor la acción de formular conclusiones basadas en datos recopilados durante el estudio de diferentes tipos de suelos? **Concluir** es una fase esencial del método científico en la cual se derivan interpretaciones significativas a partir de los datos recopilados.

a. Decidir
b. Terminar
c. Revisar
d. Concluir

4. ¿Qué verbo describe mejor la acción de proporcionar razones respaldadas por evidencia para apoyar una afirmación sobre las propiedades del suelo? **Argumentar** implica presentar razonamientos lógicos que sean respaldados por evidencia, lo cual constituye un paso fundamental en la construcción de afirmaciones científicas

a. Explicar
b. Argumentar
c. Decir
d. Contar

5. Después de realizar un experimento para medir la humedad del suelo en diferentes condiciones, ¿cuál sería el siguiente paso lógico para entender los resultados obtenidos? Después de la recopilación de datos, **interpretar** los resultados es esencial para comprender el significado de las observaciones.

a. Comprender

b. Aclarar
c. Interpretar
d. Traducir

6. Si estás revisando información detallada sobre la relación entre la porosidad del suelo y su capacidad para retener agua, estás principalmente _____. **Examinar** información detallada implica revisar minuciosamente datos para identificar relaciones y tendencias

a. Examinar
b. Revisar
c. Ver
d. Detallar

7. Antes de llevar a cabo una actividad práctica relacionada con el suelo, ¿cuál sería una acción esencial en la preparación? **Experimentar** en la fase de preparación implica llevar a cabo acciones prácticas necesarias para el experimento planificado

a. Probar
b. Experimentar
c. Ensayar
d. Intentar

8. Al considerar la evolución de ciertas condiciones del suelo, ¿qué verbo involucra más directamente la anticipación de posibles resultados futuros? **Predecir** implica anticipar resultados futuros basados en patrones o tendencias observadas, una actividad fundamental en la investigación científica.

a. Pensar
b. Creer
c. Suponer
d. Predecir

9. ¿Cómo las conclusiones obtenidas a través del experimento con suelos podrían ser relevantes o tener un impacto práctico en situaciones más amplias, como la gestión

sostenible de recursos naturales? Considerar cómo los resultados de un experimento específico podrían ser **aplicados** manera práctica en un contexto más amplio.

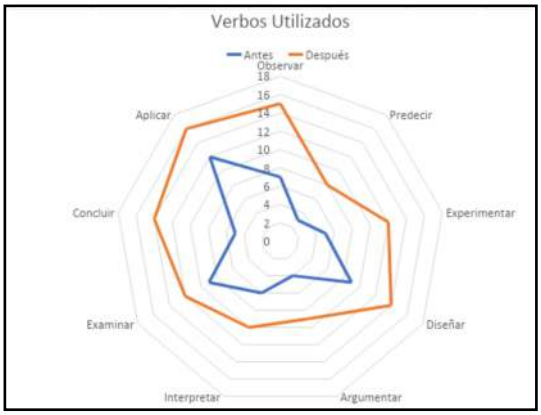
a. Aplicar
b. Usar
c. Utilizar
d. Copiar

Los resultados se pueden ver en la siguiente tabla de datos y gráfico radial:

**Tabla 4-4 Comparativo de verbos**

| | Antes | Después |
|---|---|---|
| Observar | 7 | 15 |
| Predecir | 3 | 8 |
| Experimentar | 5 | 12 |
| Diseñar | 9 | 14 |
| Argumentar | 4 | 9 |
| Interpretar | 6 | 10 |
| Examinar | 9 | 12 |
| Concluir | 5 | 14 |
| Aplicar | 12 | 16 |

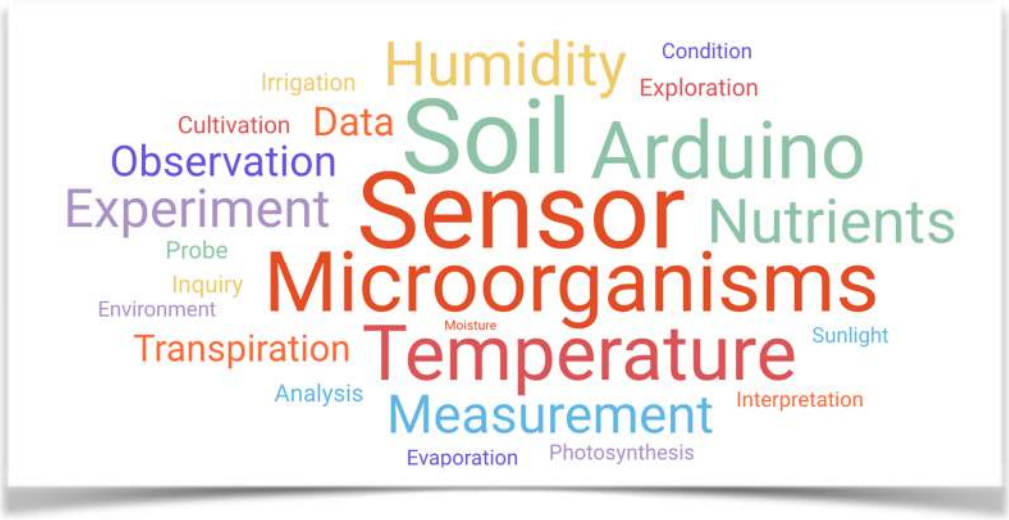
**Figura 4-1 Diagrama Radial sobre avances en el uso de verbos**




Otra de las maneras que se utilizaron para determinar el impacto en los estudiantes y la evolución en su comprensión crítica fue en la participación activa en las discusiones y procesamientos de la información. Tuvieron charlas con diferentes personas del equipo de sostenibilidad del colegio y la coordinadora del área de ciencias quien además supervisó el empalme de este trabajo con el currículo del curso y la aplicación de las prácticas propuestas, en concordancia con las políticas institucionales. Las siguientes nubes de palabras muestran las más utilizadas después de tener diferentes encuentros con los expertos de sostenibilidad del colegio Rochester:

**Figura 4-2 Obtenida en un procesamiento con la coordinadora de área, Pilar Tunarroza**

**Figura 4-3 Obtenida en un procesamiento con la docente de clase**



## 4.3 Resultados Obtenidos Dentro del Marco Cuantitativo

Con el propósito de evaluar la eficacia de las intervenciones educativas implementadas en la clase de Ciencias de la Tierra, el Espacio y la Física, se llevó a cabo un análisis cuantitativo mediante una encuesta estructurada. Esta encuesta tuvo como objetivo medir las percepciones y experiencias de los estudiantes en el curso, centrándose especialmente en aspectos relacionados con la motivación, la comprensión de conceptos relacionados con los suelos y el impacto de los experimentos prácticos. Se pidió a los participantes que reflexionaran sobre el papel de los sensores Arduino, la importancia de diversas actividades en clase, como los laboratorios de lámparas de lava y microscopio, y la contribución general de los temas abordados en mejorar su comprensión del planeta. Además, la encuesta exploró los niveles de motivación de los estudiantes y la influencia de las conversaciones sobre sostenibilidad en su comprensión de los conceptos relacionados con los suelos. Los datos cuantitativos obtenidos de esta encuesta fueron fundamentales para evaluar objetivamente el éxito de las estrategias de enseñanza empleadas, proporcionando información valiosa para futuras mejoras y perfeccionamientos en los esfuerzos educativos. Es importante mencionar que este instrumento fue divulgado en inglés, debido a que, como se ha mencionado en varios capítulos anteriormente, es el idioma requerido en este curso. A continuación, se muestra cada pregunta con sus respuestas:

**Figura 4-4 Primera pregunta de la encuesta con sus respectivas respuestas**

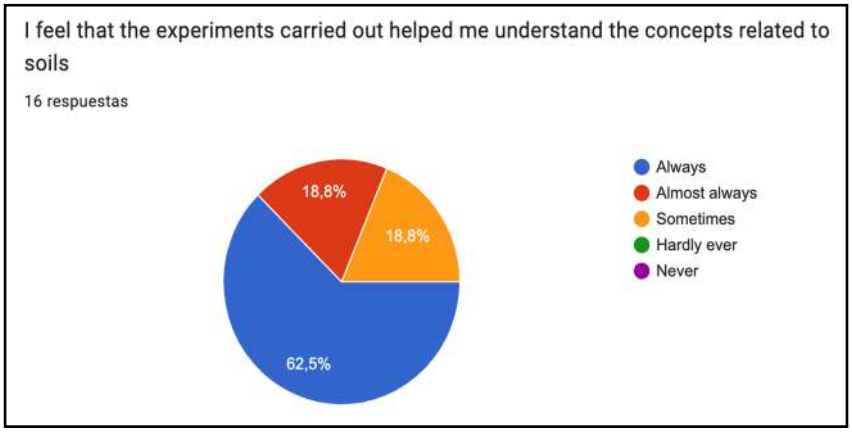


**Figura 4-5 Segunda pregunta de la encuesta con sus respectivas repuestas**

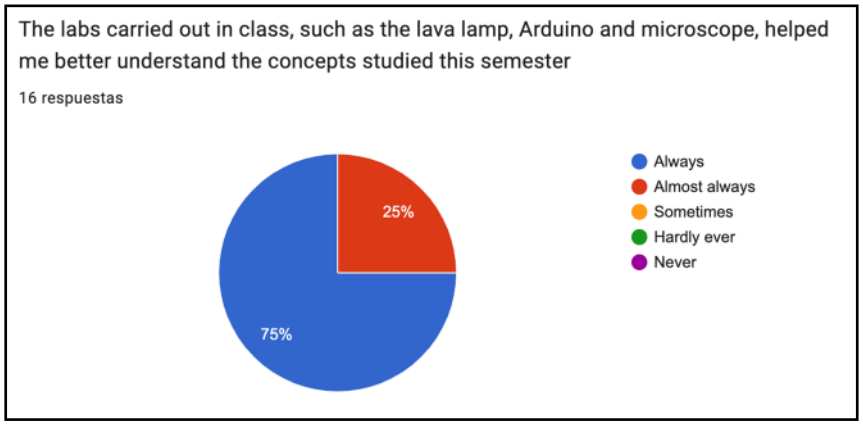



**Figura 4-6 Tercera pregunta de la encuesta con sus respectivas respuestas**

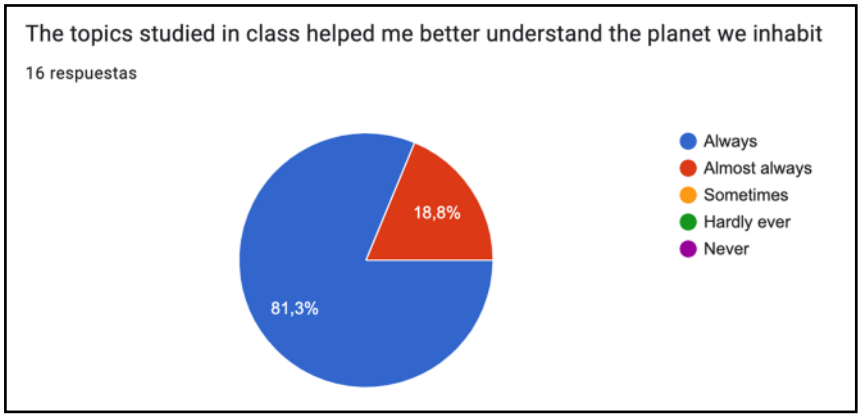



**Figura 4-7 Cuarta pregunta de la encuesta con sus respectivas respuestas**

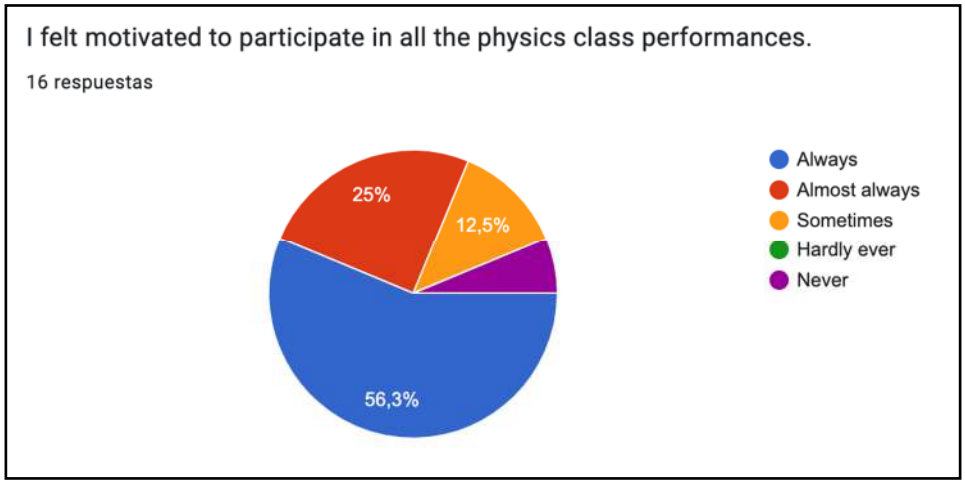
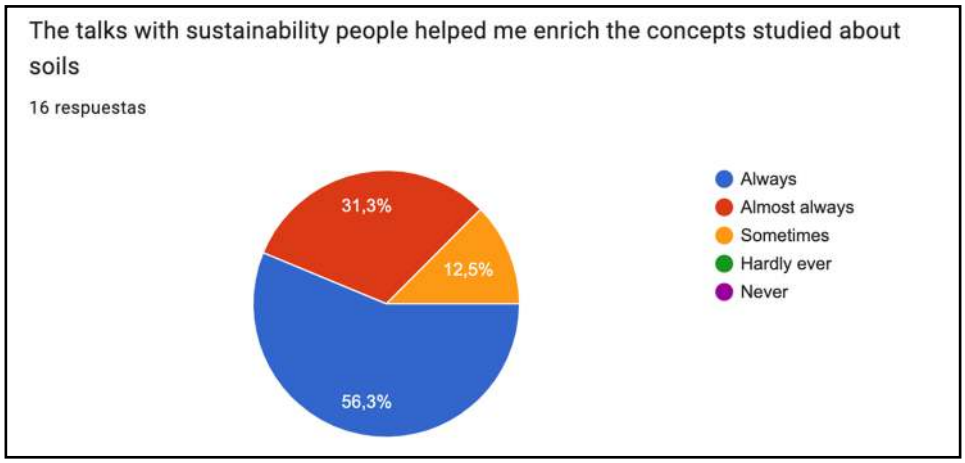


**Figura 4-8 Quinta pregunta de la encuesta con sus respectivas respuestas**




Como se evidenció previamente, este trabajo integró elementos tanto de investigación cualitativa como cuantitativa para lograr un equilibrio entre las dos vías de análisis y alcanzar sus objetivos. Para resumirlo se presenta la siguiente información sobre los elementos utilizados.

Elementos Cualitativos:

Reuniones de Círculo:

Las reuniones de círculo, basadas en la teoría de la elección de William Glasser, son fundamentales para promover la participación activa y el diálogo abierto entre los estudiantes. Estas reuniones crean un espacio seguro y respetuoso donde los estudiantes pueden compartir sus experiencias, pensamientos y emociones.

Relación con los Objetivos: Estas reuniones permiten explorar en profundidad las perspectivas y percepciones de los estudiantes, proporcionando una comprensión más holística de sus experiencias. Esto es relevante para evaluar el avance individual y colectivo en el uso de la tecnología para estudiar las ciencias de la Tierra.

Entrevistas:

Se realizaron actividades de procesamiento para verificar aspectos específicos de los temas tratados y para analizar el uso del lenguaje científico.

Relación con los Objetivos: estas actividades ayudaron a determinar cómo los estudiantes utilizan el lenguaje científico y cómo comprenden las variables fisicoquímicas del suelo, alineándose con el objetivo de generar estrategias metodológicas en el modelo STEM.

Análisis Continuo y Mejora Continua:

La adopción de un enfoque cualitativo permitió ajustes continuos en función de los resultados y las necesidades emergentes.

Relación con los Objetivos: Este enfoque cíclico de reflexión constante y revisión de enfoques facilitó una mejora continua en la calidad y relevancia de la investigación, garantizando que cada etapa estuviera nutrida de aprendizajes previos.

Elementos Cuantitativos:

Sistemas de Instrumentación:

Se utilizaron sistemas de instrumentación de fácil manejo para los estudiantes de sexto grado, con los que se pudo obtener información comparativa de las características fisicoquímicas de los suelos.

Relación con los Objetivos: Estos sistemas permiten la medición precisa de variables fisicoquímicas del suelo, proporcionando datos cuantitativos que son esenciales para analizar el comportamiento de estas variables.

Gráficos y Tablas:

Se utilizaron gráficos de barras y tablas para analizar el comportamiento de las variables físicas y químicas obtenidas en el proyecto.

Relación con los Objetivos: Estos elementos visuales ayudan a los estudiantes a entender mejor las conexiones matemáticas entre las variables de forma autónoma, apoyando el objetivo de generar estrategias metodológicas efectivas.

Relación entre Elementos Cualitativos y Cuantitativos:

Los elementos cualitativos, como las reuniones de círculo y entrevistas, proporcionan un contexto y comprensión profunda de las experiencias y percepciones de los estudiantes, lo que informa el diseño y ajuste de las estrategias metodológicas.

Los elementos cuantitativos, como la instrumentación y el análisis de datos mediante gráficos y tablas, proporcionan datos concretos y medibles que apoyan la evaluación del progreso y el logro de los objetivos.

Se realizaron encuestas con preguntas efe tipo cualitativo, que se cuantificaron para conocer el comportamiento de los datos obtenidos.

La implementación de sensores de Arduino para la medición en tiempo real de la temperatura y humedad del suelo, junto con el nivel de iluminación ambiental, permitió una comprensión más profunda de las condiciones edáficas como se presenta a continuación:

La implementación de sensores de Arduino para la medición en tiempo real de la temperatura, humedad del suelo y nivel de iluminación ambiental permitió una

comprensión más profunda de las condiciones edáficas y cómo estas influyen en el desarrollo del entorno escolar en el Colegio Rochester:

Fortalecimiento de Habilidades Científicas:

Participación Activa: Los estudiantes mostraron un aumento en la seguridad al participar en conversatorios y reuniones de círculo, mejorando en precisión y coherencia al abordar temas relacionados con suelos.

Lenguaje Científico: Adoptaron un lenguaje más técnico y preciso, reflejado en la capacidad para emplear términos especializados de manera efectiva.

Aplicación Práctica del Conocimiento:

Instrumentación Real: Utilizar sistemas de instrumentación facilitó que los estudiantes midieran y analizaran variables fisicoquímicas del suelo, conectando teoría y práctica.

Gráficos y Tablas: La creación de gráficos de barras y tablas ayudó a los estudiantes a entender las variaciones en las condiciones del suelo, reforzando su capacidad para interpretar datos científicos de manera autónoma.

Pensamiento Crítico y Reflexión:

Comprensión de la Interconexión Ambiental: Los estudiantes reflexionaron sobre cómo las condiciones del suelo afectan la salud ambiental y la sostenibilidad del entorno escolar, apreciando la importancia de las mediciones más allá de los datos numéricos.

Responsabilidad Ambiental: Reconocieron el valor de su trabajo en la compostera del colegio y en el cuidado de plantas y jardines, asumiendo un rol activo en la sostenibilidad ambiental.

Estrategias Didácticas Efectivas:

Aprendizaje Visual Integrado (IVL): Esta estrategia facilitó la incorporación y comprensión de conceptos clave, ayudando a los estudiantes a apropiarse del lenguaje técnico necesario para el estudio de suelos.

Discusiones Guiadas: Las discusiones en clase, centradas en el uso de vocabulario específico, fomentaron un uso preciso y adecuado de términos técnicos, enriqueciendo las conversaciones científicas.

Estos resultados hablan de la relevancia que la implementación de sensores permitió medir y analizar variables fisicoquímicas del suelo, y cómo esto facilitó el avance de los estudiantes en su comprensión y uso del lenguaje científico. La integración de sistemas de instrumentación y la creación de gráficos y tablas proporcionaron una base cuantitativa que, junto con las estrategias cualitativas como reuniones de círculo y discusiones guiadas, promovieron una comprensión más profunda y holística de las condiciones del suelo y su impacto ambiental.

La pregunta de la encuesta que de manera más directa permitió verificar el avance en conocimiento sobre el suelo es la primera: "I feel that the experiments carried out helped me understand the concepts related to soils.”

A continuación, describo de qué manera las otras preguntas pudieron direccional la intención sobre indagar acerca del conocimiento del suelo que se pretendía:

The labs carried out in class, such as the lava lamp, Arduino and microscope, helped me better understand the concepts studied this semester.

Fortalecimiento: Esta pregunta permite evaluar la efectividad de diferentes laboratorios y herramientas en la comprensión general de los conceptos estudiados, incluyendo suelos. Actividades prácticas como la utilización de microscopios y Arduino proporcionaron una comprensión más tangible y visual de los temas, reforzando el aprendizaje a través de la experimentación.

The topics studied in class helped me better understand the planet we inhabit.

Fortalecimiento: Al preguntar sobre la comprensión del planeta en su conjunto, esta pregunta abarca una visión más amplia de cómo los suelos se integran en el sistema terrestre. Puede ayudar a evaluar si el estudio de los suelos se relaciona y se entiende dentro del contexto más amplio de la ciencia de la Tierra.

I felt motivated to participate in all the physics class performances.

Fortalecimiento: La motivación y la participación son trascendentales para el aprendizaje efectivo. Esta pregunta evalúa el grado de involucramiento de los estudiantes en las clases, lo cual es un indicador indirecto de su interés y compromiso con el material, incluyendo los estudios de suelos.

The talks with sustainability people helped me enrich the concepts studied about soils.

Fortalecimiento: Las charlas con expertos en sostenibilidad proporcionaron una perspectiva aplicada y realista de los conceptos estudiados en clase. Esta pregunta evalúo si las discusiones con profesionales externos ayudaron a los estudiantes a contextualizar y profundizar su comprensión de los suelos, vinculando el conocimiento académico con aplicaciones prácticas y sostenibles.

# 5. Guías de trabajo aplicadas a los estudiantes

Dentro del ámbito de este trabajo final, un aspecto de este estudio involucró la participación activa de los estudiantes en experiencias de aprendizaje práctico para profundizar en su comprensión de la composición y dinámicas del suelo, como se mencionó previamente. Se diseñaron una serie de actividades guiadas para que los estudiantes exploraran la tecnología, las capas intrincadas del suelo a través de la creación de terrarios y experimentos basados en Arduino. Estas prácticas facilitaron la comprensión práctica de los horizontes del suelo, integraron tecnologías innovadoras como Arduino y permitieron a los estudiantes medir y analizar variaciones de temperatura y humedad en diferentes capas del suelo. Las guías desarrolladas por los estudiantes se convirtieron en herramientas determinantes para fomentar un enfoque integral en la educación en ciencias de la Tierra, específicamente en los suelos, proporcionando una combinación de conocimientos teóricos y aplicaciones prácticas. Las observaciones y conclusiones extraídas por los estudiantes durante estas actividades contribuyeron significativamente a la riqueza de este trabajo.

A continuación, se encuentran las guías mencionadas en el idioma esperado para esta clase:

**Rochester School** **Teacher: Ayda Ostos**
**Earth Space and Physical Science 6th**
**Lab: Exploring the Molecular Mass of Sand and Its Microscopy:**

The purpose of this experiment is to discover elements in the world of chemistry and microscopy to understand matter in its simplest form.

**Objectives:**

- Calculate the molecular mass of sand using its chemical formula.
- Observe the structure and composition of sand under the microscope.
- Compare common sand with river sand.

**Learning expectation:**

Develop models to describe the atomic composition of simple molecules and extended structures.

**Hypothesis:** Predict a hypothesis about some of the following points:

How do you think the molecular mass of common sand is related to its macroscopic appearance and texture?
How do you think understanding the molecular mass and microscopy of sand could have practical applications in everyday life?
What could be the reason for potential microscopic differences between common sand and river sand?

**Materials:**

- Common sand
- River sand
- Microscope

**Steps:**

Calculating the Molecular Mass:

e. Take a sample of local sand and note its chemical formula.
f. Use the chemical formula to calculate the molecular mass of the sand

g. Share your results and discuss possible variations.

Exploration under the Microscope:

h. Place a small amount of local sand on the microscope slide
i. Observe the sample at different magnifications and record microscopic features.
j. Repeat the process with river sand.
k. Compare the microscopic structures and compositions of both sands.

Documentation:

Take photographic records of microscope observations to share with your peers

Discussion and Conclusions:

l. In groups, share your observations and conclusions about molecular mass and microscopy.
m. Are there significant differences between common sand and river sand?
n. Reflect on the importance of understanding the composition of the materials around us.

**Remember: Assign roles for cooperative work and create a report, considering elements previously studied in the scientific method.**

**Rochester School**
**Earth Space and Physical Science 6th** **Teacher: Ayda Ostos**
**Lab: Mixtures and solutions**

**Objective:**

The purpose of this lab is to recognize the difference between mixtures and solutions, taking into account some properties of matter

**Learning expectation:**

Analyze the different ways in which matter can be classified

**Hypothesis:**

Predict a hypothesis about some of the following points:

How is it possible that some substances are mixed completely and others are not?

Can we get completely homogeneous mixtures by combining any kind of substance?

Is it possible that the water and oil form a homogeneous mixture?

If a natural dye mixes easily with water, what will happen when mixed with the oil?

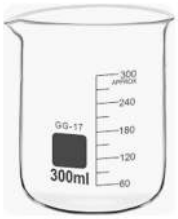
What effect does Alka selter or baking soda produce when mixed with water and oil?

**Procedure:**

To do your first practice, it is important to follow these steps:

10. Measure 100 grams of raw rice and put them in a container. To do it, it is necessary to find the mass of the container before adding the rice to make sure, the mass of the rice is exactly 100 grams.

11. Measure 200ml of water in a beaker (clear glass).

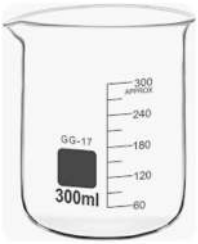



3. Mix the rice with the water and with the help of a ladle, trying to obtain a completely homogeneous mixture; do this activity for about 1 minute

4. After this time use a strainer to separate the previous mixture

5. Was it possible to separate the rice from the water? Could you classify this mixture as homogeneous or heterogeneous? (Your answers may be part of your conclusions or a way to analyze if your hypotheses were correct)

6. Measure 200 ml. of water with a measuring jar into a beaker (clear glass).



7. Put two teaspoons of salt in the same glass and mix with a spoon for one minute.

8. After this time use a strainer to separate the previous mixture.

9. Was it possible to separate the salt from the water? Could you classify this mixture as homogeneous or heterogeneous? (Your answers may be part of your conclusions or a way to analyze if your hypotheses were correct)

To do your second practice, it is important to follow these steps:

1. Measure 200 ml of water in a beaker (clear glass).

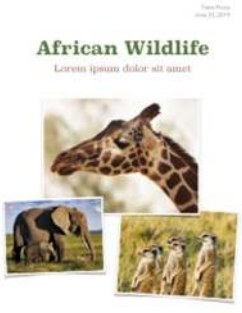
2. Add 4 drops of natural food coloring to the glass. If you do not have coloring at home, you may ask your mother for powdered color used for cooking and dissolve a little in water to obtain the drops that add to the water.

3. Add 200 ml of oil to the glass with water and coloring food.

4. Add half Alka selter and begin to observe the effect produced, then add the other half.

Compare your hypotheses with the results of the 2 practices and write 5 conclusions about the experiment.

6. Make a lab report according to the explanation received in class about this assignment



**Rochester School**
**Earth Space and Physical Science 6th** **Teacher: Ayda Ostos**
**Research Exploration Guide: Unraveling the Secrets of Soil**

**Objective:** Develop a deeper understanding of the meaning of soils in our environment, fostering critical research skills; improving the analytical thinking and scientific curiosity.

**Learning expectations:**
Learn how to evaluate sources for accuracy, perspective, credibility and relevance

Step 1: Choosing Your Texts:

- Begin by perusing the selected texts in the library. Each text offers an interesting perspective on soil types, composition, and related topics.
- Select two texts that capture your interest. Look for diverse viewpoints and information to enrich your understanding.

Step 2: Vocabulary Exploration:

- As you read, create a vocabulary log on the provided poster. Identify and record any new terms related to soil science. This will enhance your understanding and communication skills.

Step 3: Presentation Preparation:

- After reading, choose aspects of the soil topic that resonate with you. Prepare a brief presentation highlighting key points, interesting facts, and any questions that arose during your exploration.
- Consider using visuals, such as diagrams or pictures, to illustrate your findings.

Step 4: Group Discussion:

- Join your peers in a group discussion. Share the highlights of your research, exchange insights, and discuss the various aspects of soils you found most intriguing.
- Engage in conversation to broaden your perspectives and learn from each other.

Step 5: Reflection and Questions:

- Take a moment to reflect on the research process. What did you find most surprising or challenging? Are there lingering questions or areas you'd like to explore further?
- Share your reflections with the group and encourage open discussion.

**Rochester School**
**Earth Space and Physical Science 6th** **Teacher: Ayda Ostos**
**Lab: Exploring the Arduino Universe**

**Objective:** Dive into the world of Arduino, sensors, and creative practices through an interactive guide.

**Learning expectations:** Explore or solve problems by selecting technology for data analysis, modeling and algorithmic thinking, with guidance from an educator

**Required Materials:**

- Digital guide on using Arduinos, sensors, and creative practices: "ARDUINO FOR YOUNG EXPLORERS"
- Device to access the platform.
- Notebook or device for note-taking.

**Practice Steps:**

Personal Exploration:

a. Access the platform and open the digital guide.

b. Take time to explore each section of the guide on your own.

c. Take notes on concepts that you find intriguing or creative.

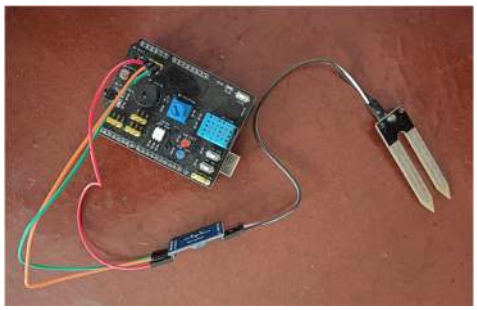
Team Collaboration

a. Join a small, assigned team.

b. Share the ideas that you found most interesting and any discoveries with your teammates.

Sharing Ideas

a. Each team shares their most interesting ideas with the class.



Sensor Manipulation

a. Explore additional materials provided on the platform.

b. What examples of creative projects would you like to undertake?

Personal Reflection

a. Reflect on the creative possibilities you have discovered.

b. Write in your notebook the project ideas you would like to explore further.

Closing and Creative Challenge (10 minutes):

a. Write down the ideas that have attracted you on the designated posters.

b. Challenge: Research a creative Arduino project that you are passionate about and share your findings in our next session.

Guide for Getting Started with Arduino: Exploring Temperature and Humidity Sensors

**Rochester School** **Teacher: Ayda Ostos**
**Earth Space and Physical Science 6th**
**Lab: Arduino Getting Started Guide: Exploring Temperature, Humidity, and Light Sensors**

**Objectives:**

- Understand the basics of Arduino and its applications in soil research.
- Gain hands-on experience with temperature, humidity, and light sensors through practical experimentation.

**Learning expectations:** Explore or solve problems by selecting technology for data analysis, modeling and algorithmic thinking, with guidance from an educator

**Hypotheses:**

Predict a hypothesis about some of the following points:

- How do you think variations in soil moisture levels will affect the data collected by temperature and humidity sensors?
- In what ways might the light sensor readings differ in soil samples with varying moisture content?
- What hypotheses can you generate regarding the relationship between the temperature and humidity data collected, and how could this knowledge be applied in real-world scenarios?

**Required Materials:**

Arduino Uno boards.
Temperature and humidity sensors.
Soil samples with different moisture levels.
Computers with the Arduino development environment installed.
USB connection cables.

**Practice Steps:**

Getting to Know the Arduino World:
Start with a brief introduction to Arduino and what we aim to achieve today.
Discover why temperature and humidity sensors are valuable for soil research.

Use the previously studied guide for support and to recall everything needed for proper work.

Explore the Material with Your Team, Assigning Cooperative Work Roles:
Review Arduino boards, sensors, and soil samples, distinguishing their parts.
Check the suggested literature in the guide on Arduino and sensor usage.
Set Up Your Own Experiment:
Pay attention to the given explanations to follow the instructions step by step.

Connect to Your Computer:
Connect your Arduino setup to your computer.

Play with Arduino Code:
Review and upload the provided code to read temperature and humidity data.
Data Collection):
Receive soil samples with varying moisture levels.
Collect temperature and humidity data under different conditions.

Analyze the Data:
Compare the data obtained from different soil samples.
Use a bar chart to graph the collected data and write 4 conclusions from your results.

Reflecting on Your Results:
Take a moment to reflect on what you have learned.
Note any ideas for improving the process.

Closing and Challenge:
Share in the class processing 3 new aspects you've learned, 2 aspects you've remembered, and 1 aspect you want to continue strengthening in your learning.
Challenge: Think of questions or ideas for future investigations with Arduino and soil sensors.
Homework:
Research interesting projects related to Arduino and soils to share in our next session.

**Rochester School** **Teacher: Ayda Ostos**
**Earth Space and Physical Science 6th**
**Lab: Exploring the soil horizons through the creation of terrariums to understand their impact on plant growth.**

**Objectives**:

Use Arduino and temperature/humidity sensors to measure and analyze the environmental conditions within different soil layers.

**Learning expectations:**

- Explore or solve problems by selecting technology for data analysis, modeling and algorithmic thinking, with guidance from an educator
- Develop a model to describe the cycling of Earth's materials and the flow of energy

**Questions for Forming Hypotheses:**

Predict a hypotheses about some of the following points:

- How do you anticipate the temperature and humidity levels will vary between the different soil layers in the terrarium?
- What impact do you think the "Capa de Roca Madre" (Rock Parent Material) will have on the overall temperature and drainage of the soil in comparison to the upper layers?
- In what ways might the composition of the "Capa de Suelo Superior" (Upper Soil Layer) influence the growth and development of the planted seeds, considering factors like nutrient availability and water retention?

**Required Materials:**

- Transparent pots or containers.
- Potting soil or garden soil mix.
- Clayey soil.
- Coarse sand or perlite.
- Small stones or pebbles.
- Temperature and humidity sensors for Arduino.
- Arduino board and cables.
- Computer for data logging.

**Activity Steps:**

Rock Parent Material Layer (C):

- Place small stones or pebbles at the bottom to represent the rock parent material.
- Observe how it influences soil drainage and stability.
- Next, proceed with the other layers:

Subsoil Layer (B):

- Fill the next level of the container with potting soil or garden soil mix.

Upper Soil Layer (A):

- Place lighter soil mixed with compost on top of the subsoil layer.

Plant Seeds in the Upper Layer and Observe:

- Plant some seeds in the upper layer.
- Observe how the plants develop and how each layer influences growth.

Data Logging with Arduino:

- Connect the temperature and humidity sensors so you can take Arduino measurements at the bottom and surface of the soil. These measurements should be taken in the next class session for clearer results.
- Record the readings on your computer.

Analysis and Conclusions:

- Compare the temperatures recorded in different layers.
- Write your observations on how each layer affects temperature.
- Reflect on the importance of measuring temperature in different soil locations.

# 6. Libro de campo

Para documentar y sistematizar el trabajo desarrollado con los estudiantes en este trabajo final, se ha implementado un **Libro de Campo Electrónico**. Este recurso digital actúa como un repositorio detallado de las actividades llevadas a cabo durante la investigación; adicionalmente se presenta como una herramienta dinámica en la que se ha registrado las observaciones, mediciones y reflexiones generadas en diferentes sesiones de clase, todas relacionadas con el tema de este trabajo. El capítulo final de este libro electrónico resume y analiza las percepciones de la docente sobre los progresos paulatinos alcanzados en la comprensión de los temas; también identifica y aborda los desafíos encontrados a lo largo del camino. El link the acceso es:

https://read.bookcreator.com/uwSLoaCUrUazXa96lWExPid37Qz2/3lTqauVtSxixKd-ZlKv4NA

**Figura 6-1: Código QR para acceder al libro del trabajo de campo**

# 7. Discusión de resultados

Este capítulo se enfoca en los avances que se evidenciaron en los estudiantes a partir de las diferentes formas de evaluación y medición de los resultados obtenidos.

La transformación del lenguaje utilizado por los estudiantes, buscando entender más allá de la simple adopción de términos específicos. Este análisis se centra en el progreso observado en el desarrollo del pensamiento científico y habilidades comunicativas. La evolución del vocabulario, desde expresiones más informales hacia términos científicos más precisos, refleja un avance significativo en la capacidad de los estudiantes para pensar de manera más sofisticada y comunicar ideas de manera más clara y específica. Exploraremos cómo este cambio en el lenguaje no solo representa la adquisición de nuevos términos, sino también la capacidad mejorada para analizar, sintetizar y aplicar conceptos científicos, así como la habilidad para establecer conexiones conceptuales más complejas. Esta perspectiva integral resalta el impacto positivo de la implementación de este trabajo final con los estudiantes en el ámbito científico y comunicativo. A continuación, se desglosa este análisis en diferentes aspectos:

A. Desarrollo del Pensamiento Científico y Comunicativo:La evolución en el lenguaje de los estudiantes, evidenciada por la transición de expresiones más informales a términos científicos más específicos, refleja un notorio avance en su capacidad de pensamiento científico y comunicación. El cambio de vocabulario revela una comprensión más precisa de los conceptos relacionados con los suelos y la ciencia ambiental. Más allá de simplemente adoptar nuevos términos, los estudiantes han demostrado una mejora en su capacidad para formular y expresar ideas científicas de manera más sofisticada.

B. Niveles Superiores de Pensamiento:

- Análisis y Síntesis: La elección de términos específicos, como "radiación térmica del suelo" en lugar de "calor en la tierra", sugiere una habilidad mejorada para analizar y sintetizar información de manera más precisa.
- Aplicación de Conceptos: La adopción de términos como "baja humedad del suelo" indica una aplicación más efectiva de conceptos científicos a situaciones específicas del suelo, demostrando una comprensión más profunda.
- Precisión en la Descripción: La transición de expresiones como "suelo frío" a "temperatura baja del suelo" destaca la capacidad de los estudiantes para describir fenómenos con mayor precisión y detalle.
- Conexiones Conceptuales: La variación en el uso de términos revela la capacidad de establecer conexiones conceptuales más complejas, como vincular "suelo hidratado" con la noción de humedad.

C. Comunicación Científica Mejorada: Además de los avances en el pensamiento científico, el cambio en el lenguaje también refleja una mejora en la comunicación científica de los estudiantes. La adopción de términos más específicos sugiere una mayor capacidad para transmitir ideas científicas de manera efectiva, facilitando una comunicación más clara y precisa en el ámbito académico.

El análisis sobre los verbos utilizados por los estudiantes revela un notable avance en su nivel de pensamiento científico. La transición de verbos como 'ver' a 'observar', 'pensar' a 'predecir', y 'probar' a 'experimentar' sugiere una evolución hacia procesos cognitivos más profundos y orientados a la aplicación práctica del conocimiento científico. La sustitución de términos como 'hacer' por 'diseñar', 'decir' por 'argumentar', y 'comprender' por 'interpretar' indica un desarrollo en la habilidad para planificar, expresar opiniones respaldadas y dar significado a conceptos de manera más analítica. Asimismo, el cambio de 'revisar' a 'examinar', 'decidir' a 'concluir', y 'usar' a 'aplicar' refleja una progresión hacia evaluaciones críticas, toma de decisiones fundamentadas y aplicación activa de conocimientos.Estos campos en el lenguaje de los estudiantes revelan un crecimiento notable en el nivel de pensamiento científico de los estudiantes, indicando una mayor madurez en su capacidad para abordar y comunicar conceptos científicos de manera más reflexiva.

Acerca de las preguntas incluidas en la encuesta:

A. I feel that the experiments carried out helped me understand the concepts related to soils - Siento que que los experimentos realizados me ayudaron a comprender los conceptos relacionados con los suelos: La mayoría de los participantes (13 de 16) es decir el 81.3%, indicaron que siempre o casi siempre los experimentos les ayudaron a entender los conceptos relacionados con los suelos. Un grupo más pequeño (3 de 16) 18.7% expresó que a veces los experimentos contribuyeron a su comprensión. Estos datos sugieren que la mayoría de los estudiantes percibe que los experimentos fueron beneficiosos para su comprensión de los conceptos sobre suelos. Este resultado positivo indica que la metodología de experimentación implementada tuvo un impacto significativo en el aprendizaje de los participantes en relación con los temas de suelos.

B. The labs carried out in class, such as the lava lamp, Arduino, and microscope, helped me better understand the concepts studied this semester - Las prácticas de laboratorio realizadas en clase, como lámpara de lava, Arduino y microscopio, me ayudaron a comprender mejor los conceptos estudiados este semestre: La gran mayoría de los participantes (12 de 16) es decir el 75% indicaron que siempre los laboratorios ayudaron a mejorar su comprensión de los conceptos estudiados durante el semestre. Otro grupo significativo (4 de 16) es decir el 25% expresó que casi siempre los laboratorios tuvieron un impacto positivo en su comprensión. Los resultados de esta pregunta sugieren que los laboratorios realizados en clase, incluyendo actividades como la lámpara de lava, Arduino y el microscopio, fueron ampliamente percibidos como contribuciones valiosas para mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos estudiados durante el semestre. La alta frecuencia de respuestas positivas indica que estos enfoques prácticos fueron efectivos en el proceso de aprendizaje.

C. The topics studied in class helped me better understand the planet we inhabit - Los temas estudiados en clase me ayudaron a comprender mejor el planeta que habitamos. La gran mayoría de los participantes (13 de 16) es decir el 81.25% indicaron que siempre los temas estudiados en clase les ayudaron a comprender mejor el planeta. Otro grupo significativo (3 de 16) es decir el 18.75% expresó que casi siempre los temas estudiados tuvieron un impacto positivo en su comprensión. Los resultados de esta pregunta sugieren que los temas estudiados en clase fueron percibidos positivamente en términos de mejorar la comprensión de los participantes sobre el planeta en el que

vivimos. La alta frecuencia de respuestas positivas indica que los contenidos estudiados fueron efectivos en el proceso que se esperaba en este trabajo.

D. I felt motivated to participate in all the physics class performances - Me sentí motivado a participar en todas las presentaciones de la clase de física. La mayoría de los participantes (9 de 16), el 56.25% indicaron que siempre se sintieron motivados para participar en todas las actividades de clase de física. Un grupo significativo (4 de 16) 25% expresó que casi siempre se sintieron motivados. Dos estudiantes 12.5% indicaron que a veces se sintieron motivados y uno 6.25% indicó que nunca se sintió motivado. Los resultados de esta pregunta sugieren que la mayoría de los participantes experimentaron altos niveles de motivación para participar en todas las actividades de clase de física. Sin embargo, es importante abordar las respuestas de aquellos que indicaron sentirse motivados solo algunas veces o nunca, para comprender mejor las razones detrás de estos niveles de motivación variados.

E. The talks with sustainability people helped me enrich the concepts studied about soils - Las charlas con el equipo de sustentabilidad me ayudaron a enriquecer los conceptos estudiados sobre suelos: La mayoría de los participantes (9 de 16) el 56.25% indicaron que siempre sintieron que las conversaciones con personas relacionadas con la sostenibilidad enriquecieron los conceptos estudiados sobre suelos. Un grupo significativo (5 de 16) el 31.25% expresó que casi siempre experimentaron un enriquecimiento. Algunos participantes (2 de 16) el 12.5% indicaron que a veces se sintieron enriquecidos por estas conversaciones. Los resultados de esta pregunta sugieren que las conversaciones con personas relacionadas con la sostenibilidad fueron generalmente percibidas como enriquecedoras en términos de los conceptos estudiados sobre suelos. La mayoría de los participantes experimentaron un impacto positivo constante o casi constante, lo que indica que estas interacciones fueron beneficiosas para su comprensión de los temas de sostenibilidad y suelos.

# 8. Conclusiones y Recomendaciones

## 8.1 Conclusiones

En el transcurso de esta investigación, se ha evidenciado de manera sólida la correlación entre las propuestas pedagógicas basadas en TPACK (Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y del Contenido) y STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). La implementación exitosa de las guías prácticas de trabajo, diseñadas para su aplicabilidad en diversos centros educativos, ha demostrado cómo la integración efectiva de la tecnología, específicamente el uso de Arduino, enriquece la comprensión de conceptos científicos relacionados con los suelos.

En este trabajo final se generaron guías prácticas de trabajo para implementar en los currículos que contengan el estudio de los suelos de manera integrada con física y elementos básicos de química, así como también una cartilla detallada sobre Arduino, proporcionando recursos útiles para docentes y estudiantes de grado 6º interesados en la incorporación de esta tecnología en el proceso educativo.

Un logro destacado es la trascendencia del proyecto en el ámbito de la sostenibilidad. Los estudiantes participantes, capacitados en la toma de medidas con Arduino, están colaborando activamente con el equipo de sostenibilidad al implementar estas medidas de manera práctica. Este hecho, además de validar la efectividad del proyecto, demuestra su aplicación práctica en contextos más amplios y su contribución a la sostenibilidad ambiental.

La promoción de la creatividad en el aula mejoró notoriamente la participación activa de los estudiantes y también fortaleció los lazos entre la docente y el grupo de estudiantes a su cargo. Este enfoque no convencional para el aprendizaje fomentó un sentido de propósito compartido, donde tanto docente como estudiantes se sintieron motivados a trabajar juntos y buscar la mejora continua en las prácticas escolares.

Este proceso ha demostrado ser un modelo efectivo para cultivar conocimientos científicos y habilidades interpersonales fundamentales. La conexión más profunda entre docentes y estudiantes, basada en la experimentación y la creatividad, ha creado un ambiente de aprendizaje que va más allá de la mera transmisión de información, en busca de la participación activa y la co-construcción del conocimiento.

## 8.2 Recomendaciones

A continuación, se ofrece una serie de recomendaciones que han sido demostradas en ese trabajo final:

A. **Adaptabilidad y Flexibilidad Curricular:** Se recomienda a otros centros educativos adaptar las guías prácticas propuestas según sus necesidades y contextos particulares. La flexibilidad curricular permitirá una implementación efectiva, asegurando que el contenido sea relevante y aplicable a la realidad de cada institución.

B. **Capacitación Docente Continua:** La formación continua del personal docente es esencial para garantizar una implementación efectiva de las guías prácticas. Los educadores deben recibir capacitación regular sobre las metodologías TPACK y STEM, así como sobre el uso óptimo de la tecnología, particularmente en la aplicación de Arduino.

C. **Integración de Medidas con Arduino de Tipo Industrial:** Basándose en el éxito de esta propuesta, se sugiere explorar la aplicación de Arduino en la toma de medidas de tipo industrial. Esto, además de enriquecer la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, puede abrir oportunidades para la colaboración con equipos de sostenibilidad y proyectos más amplios.

D. **Desarrollo de Recursos Didácticos Adicionales:** La creación de recursos didácticos adicionales, como cartillas específicas sobre Arduino, puede complementar la propuesta y facilitar la comprensión de los estudiantes. Estos recursos pueden incluir manuales, tutoriales y ejemplos prácticos que respalden el proceso de enseñanza y aprendizaje.

E. **Fomento de la Colaboración con Equipos de Sostenibilidad:** La colaboración entre equipos de educación y sostenibilidad es fundamental. Se recomienda establecer

canales de comunicación efectivos para compartir datos recopilados por estudiantes, permitiendo una contribución significativa a proyectos de sostenibilidad y fortaleciendo la conexión entre la educación científica y las prácticas sostenibles.

F. **Incentivar Proyectos de Investigación Estudiantil:** Animar a los estudiantes a emprender proyectos de investigación relacionados con la sostenibilidad y la tecnología puede llevar a descubrimientos significativos. Estos proyectos pueden ser presentados en eventos académicos o ferias científicas, promoviendo el intercambio de conocimientos y la motivación estudiantil.

G. **Evaluar Impacto en Relaciones Interpersonales:** Para evaluar la efectividad del enfoque creativo y experimental en la mejora de las relaciones docente-estudiante, se sugiere realizar evaluaciones periódicas y recopilar retroalimentación tanto de educadores como de estudiantes. Esto permitirá ajustar estrategias y mantener un ambiente de aprendizaje enriquecedor.

H. Evaluar el impacto del uso de sensores Arduino en el aprendizaje de los estudiantes: Realizar una evaluación detallada para comprender mejor cómo el uso de sensores Arduino ha beneficiado el proceso de aprendizaje de los estudiantes en el contexto específico de este trabajo de grado.

I. Integrar actividades prácticas de manera efectiva en el plan de estudios: Se sugiere desarrollar estrategias concretas para integrar las actividades prácticas relacionadas con la tecnología Arduino de manera más efectiva en el plan de estudios existente, asegurando su alineación con los objetivos de aprendizaje.

J. Crear una comunidad de práctica en línea para docentes: Se recomienda establecer una plataforma en línea donde los docentes puedan colaborar, compartir recursos y experiencias, y discutir las mejores prácticas para la implementación de tecnología en el aula, lo que promovería el intercambio de conocimientos y el desarrollo profesional continuo.

K. Colaborar con investigadores y expertos en educación STEM: Se sugiere establecer colaboraciones con investigadores y expertos en el campo de la educación STEM para continuar mejorando las estrategias de enseñanza y aprendizaje basadas en la tecnología, garantizando así la calidad y la relevancia de la educación ofrecida.

La implementación exitosa de estas recomendaciones podría contribuir a la replicabilidad y sostenibilidad de la propuesta, asegurando que otros centros educativos puedan beneficiarse plenamente de esta innovadora aproximación a la enseñanza de las ciencias y la tecnología.

# Bibliografía


Montes, M., Gil, P. (2019). ¿Cómo nos afecta la gravedad? Esquire. https://www.esquire.com/es/actualidad/g28431458/gravedad-como-nos-afecta/

Diccionario de Danza Clásica de Danza Ballet® – Letras A y E. Parte I. (2022). Danza Ballet. https://www.danzaballet.com/diccionario-de-ballet-2/

Vargas M. (2017). [Proyecto de grado, Dispositivo móvil para la caracterización de suelos agrícolas]. Archivo digital.

http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4909/trabajo?sequence=1

Van Genderen, J. (2011). Advances in environmental remote sensing: sensors, algorithms, and applications. International Journal of Digital Earth. 446-447.

https://doi.org/10.1080/17538947.2011.598701

Wysession, M. E. (2013). The Next generation Science Standards and the Earth and Space Sciences: The Important features of Earth and Space Science Standards for Elementary, middle, and high school levels. The Science Teacher, 36(8), 13. https://www.questia.com/library/journal/1G1-327237702/the-next-generation-science-standards-and-the-earth.

Sábato, J. A. (1980). Desarrollo tecnológico en América Latina y el Caribe. Revista de la CEPAL, (10), 88-100. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/9a25f2d3-4897-4256-ab2a-b6a8da04c84f/content

Mitra, S. (2013). El hueco en la pared. Sistemas auto-organizados en la educación. Buenos Aires, Ed. FEDUN.

http://www. biblioteca.ufm.edu.gt/imagenes/firmas/doc_519780.pdf

Bernal, M., Amalia, I,. Morales P., Rodríguez J. & Cote S., (Ed.) ( 2019). Importancia de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje: estudios en la educación media y superior. Universidad Sergio Arboleda

La metodología TPACK: en qué consiste este modelo y cuáles son sus ventajas. (2020). Revista UNIR.

https://www.unir.net/educacion/revista/tpack-que-es/

Lucero M. (2003). Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo. Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Argentina. 33(1).

https://rieoei.org/RIE/article/view/2923

Johnson, D., Johnson R., Holubec E. (1994). El aprendizaje cooperativo en el aula. Editorial Paidós

https://www.ucm.es/data/cont/docs/1626-2019-03-15-JOHNSON%20El%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20aula.pdf

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? Science, 329(5995), 996.

https://doi.org/10.1126/science.1194998

Prieto, F., Gómez, D, & Jeong, J. (2020). Escape Room como metodología gamificadora para impartir contenidos STEM en curso flipped-classroom. *CIVINEDU 2020*, 61.
https://www.researchgate.net/profile/Aurora-Maria-Ruiz-Bejarano/publication/346969029_Pautas_para_el_analisis_de_casos_en_la_formacion_inicial_didactica_repensar_la_escuela_infantil_ante_la_pandemia/links/60af6fb892851c168e447706/Pautas-para-el-analisis-de-casos-en-la-formacion-inicial-didactica-repensar-la-escuela-infantil-ante-la-pandemia.pdf#page=90

Elsevier. (s.f.). Temple Grandin: Los tipos de talentos que la ciencia necesita. Elsevier Connect.

https://www.elsevier.com/es-es/connect/ciencia/temple-grandin-los-tipos-de-talentos-que-la-ciencia-necesita

Delgado, L. M. (2019). Aprendizaje centrado en el estudiante, hacia un nuevo arquetipo docente. Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria De Didáctica, 37(1), 139–154.

https://revistas.usal.es/tres/index.php/0212-5374/article/view/et2019371139154/21170

Tomlinson, C. A. & Strickland, C. A. (2005). Differentiation in practice: A resource guide for differentiating curriculum, grades 9-12. ASCD.

Siraj-Blatchford, J., & Tena, R. R. (2017). De la aplicación a la participación activa de las TIC en Educación Infantil. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación, (51), 165-181.

Dussel, I. (2005). ¿Se renueva el orden disciplinario escolar? Una lectura de los reglamentos de convivencia en la Argentina de la post-crisis. Revista mexicana de investigación educativa, 10(27), 1109-1121.

Saldarriaga-Zambrano, P. J., Bravo-Cedeño, G. D. R., & Loor-Rivadeneira, M. R. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. Dominio de las Ciencias, 2(3 Especial), 127-137.

Pasin, M., & Trabucco, A. (2000). Metodología de la Investigación. Universidad de Belgrano, Argentina

Brown, P., & Concannon, J. (2018). Next generation science standards (NGSS). In *Inquiry-Based Science Activities in Grades 6-12* ( 9-18). Routledge.

Howes, M. S. (1994). International Society for Technology in Education. *School Library Media Annual (SLMA)*, *12*, 281-82.

Amos, H. M., Starke, M. J., Rogerson, T. M., Colón Robles, M., Andersen, T., Boger, R., ... & Schwerin, T. G. (2020). GLOBE Observer data: 2016–2019. *Earth and Space Science*, *7*(8), e2020EA001175.

Conservación de los recursos naturales para una Agricultura sostenible: Materia orgánica y actividad biológica (s.f.).[PDF file]. Universidad Complutense Madrid.

https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-104576/1.%20Materia%20org%C3%A1nica%20y%20actividad%20biol%C3%B3gica.pdf

Agentes Físicos. (s f.). Universidad de Granada.
https://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/13agfisicos.htm#_Toc59451620

Cherlinka, V. (2023, 14 julio). Temperatura del suelo para la siembra y el cultivo. EOS Data Analytics.
https://eos.com/es/blog/temperatura-del-suelo/

Influencia de la temperatura ambiental en las plantas. (s.f.). CANNA España.
https://www.canna.es/influencia_temperatura_ambiental_en_las_plantas

Zotarelli, l., Dukes M., & Morgan K. ( 2019). Interpretación del contenido de la humedad del suelo para determinar capacidad de campo y evitar riego excesivo en suelos arenosos utilizando sensores de humedad. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences.

https://edis.ifas.ufl.edu/publication/AE496

Cueto, O. G., Coronel, C. E. I., & Suárez, M. H. (2009). Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *18*(2), 57-63.

Blanco-Valdés, Y. (2019). Importancia de la calidad de la luz entre las plantas arvenses-cultivo. 40(4).Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba. En: Redalyc.

https://www.redalyc.org/journal/1932/193263189009/html/

López J. (2023). La influencia de la luz en el crecimiento del cultivo. PRO-MIX.

https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/

Peraza, P. (2020, 26 septiembre). Agua, luz y temperatura. su efecto en el crecimiento de las plantas. QUIFUCA, C.A.
https://www.quifuca.com/ve/2020/07/01/agua-luz-y-temperatura-su-efecto-en-el-crecimiento-de-las-plantas/

Arévalo, J. (s.f). Incidencia de una cartilla para la enseñanza de la robótica en el área de ciencias naturales. [tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. En: Repositorio institucional

Arteaga, H., Rodríguez, M., González, M., & Villarreal, S. (2017). Importancia de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa para la Educación. EDUCATECONCIENCIA, 16(17), 163-174.

Rodríguez, G., Gil, J., & García, E. (1996). Tradición y enfoques en la investigación cualitativa. Metodología de la investigación cualitativa, 14.

Glasser, W. (1999). Teoría de la elección: una nueva psicología de la libertad personal, vol.16. Grupo Planeta (GBS).

¿cual libro usaste? El de la biblioteca es editorial paidos, por si es ese.

Cerrón Rojas, W. (2019). La investigación cualitativa en educación. Horizonte de la Ciencia, 9(17), 1-8.

Yanetsys, S. D. (s. f.). El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. Revista Cubana de Salud Pública. En: Scielo

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662007000300020&script=sci_arttext

mty.itsem.mx/externos/alaic/texto1html).