

Reflexión desde el método de Lesson Study sobre el rol de la práctica de enseñanza del docente en el laboratorio de ciencias, una fuente de pensamiento científico

Juan Sebastián Bermúdez Rozo

Universidad de La Sabana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0670-4434>

José Gabriel Otálvaro García

Universidad de La Sabana

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7236-4529>

Laura Sofía Cajicá Velandia

Universidad de La Sabana

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3658-8498>

Gabriela Atehortúa Leguizamón

Universidad de La Sabana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2079-7374>

Resumen

El presente documento recoge la experiencia de un docente investigador en formación en el marco de su 4ta práctica pedagógica, desarrollada en el colegio I.E.R.D. La Fuente, Tocancipá; durante la misma se busco desarrollar en los estudiantes de transición a quinto, habilidades de pensamiento científico mediante la experimentación en el laboratorio de ciencias. Se relata cómo se desarrolló el ciclo PIER desde la metodología de Lesson Study con el propósito de diseñar e implementar actividades que respondan al objetivo anterior, así como el evaluar y reflexionar sobre la efectividad de la práctica de enseñanza del docente, la cual es relatada de forma general para posteriormente presentar una discusión en torno al rol y la importancia que el docente tiene el laboratorio de ciencias, el desarrollo de habilidades de pensamiento y las concepciones de sus estudiantes sobre la ciencia

Palabras clave: Lesson Stuyde, Didáctica, Pedagogía, Profesor, Laboratorio.

Reflection from the Lesson Study method on the role of the teacher's teaching practice in the science laboratory, a source of scientific thought

Abstract

The present document gathers the experience of a teacher-researcher in training within the framework of their 4th pedagogical practice, carried out at I.E.R.D. La Fuente School, Tocancipá. During this practice, the aim was to develop scientific thinking skills in transition to fifth-grade students through experimentation in the

science laboratory. It describes how the PIER cycle was developed using the Lesson Study methodology, with the purpose of designing and implementing activities that address the aforementioned objective, as well as evaluating and reflecting on the effectiveness of the teacher's teaching practice. This is outlined in general terms, followed by a discussion on the role and importance of the teacher in the science laboratory, the development of thinking skills, and the students' conceptions of science.

Keywords: Lesson Study, Didactics, Pedagogy, Teacher, Laboratory

Introducción

Práctica de enseñanza, dos palabras sencillas que engloban todo un campo de discusión e investigación para el docente independientemente del área del conocimiento que enseñe, en algún lugar de aquella discusión los maestros en formación encuentran sus primeras conceptualizaciones teóricas sobre su quehacer, a medida que su formación transcurre y su contacto con el fenómeno educativo es cada vez más profundo, dicha concepción es destruida y reconstruida una y otra vez en mayor o menor medida, como cualquier conocimiento que se va construyendo a través de experiencias, estudios o la confrontación con ideas opuestas, en este sentido, no hay mayor motor del cambio en las concepciones que el docente tiene sobre su propia práctica de enseñanza, que la reflexión sobre la propia práctica, son los frutos de este proceso, realizado por un joven docente en formación con ayuda de docentes en ejercicio y compañeros docentes en formación, los que el lector podrá encontrar consignados en el presente trabajo.

En el marco de la formación de un docente, la práctica pedagógica represente un espacio donde poner en práctica la teoría adquirida en la académica, la experiencia aquí relatada se llevó a cabo en la institución educativa rural departamental La Fuente, fundada en el 2004 en las instalaciones del antes Los Ángeles College, comenzó su labor en marzo de 2005 en la categoría de colegio particular subvencionado, contando con todos los niveles educativos hasta el año 2010. A pesar de que el laboratorio de ciencias naturales figura dentro del inventario de las instalaciones del colegio, el mismo entró en funcionamiento de nuevo con el inicio de la práctica pedagógica aquí presentada, durante la misma se llevaron a cabo clases prácticas en este espacio con cursos desde transición (grado académico presente antes de grado primero de primaria en el sistema educativo colombiano), hasta grado quinto (último grado académico en el ciclo de educación primaria).

Preguntas directrices

El objeto de estudio durante el transcurso de la práctica pedagógica siempre fue la propia práctica de enseñanza, en un primer momento el fin que orientó todo el desarrollo de la práctica pedagógica fue la necesidad de presentar el nuevo laboratorio de ciencias a los estudiantes, que en muchas ocasiones no habían tenido la oportunidad de estar en uno, pero también, el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, haciendo alusión a que sería necesario enseñar casi desde cero a los niños a realizar observaciones, plantear preguntas y realizar hipótesis, en este sentido la pregunta orientadora de la práctica pedagógica era ¿Qué acciones de planeación, implementación y evaluación de aprendizajes son más efectivos para enseñar a los estudiantes a observar y formular preguntas durante las presentaciones de laboratorio en ciencias?

Con la anterior idea en mente se llevaron a cabo las primeras implementaciones, donde se encontró que no era necesario enseñar desde cero a los estudiantes a realizar procesos de observación, planteamiento de

preguntas ni hipótesis, pues estos ya lo hacían en mayor o menor medida dependiendo del grado escolar en el que se estuviera trabajando y el grupo mismo, al compartir estos hallazgos iniciales con los pares académicos que acompañan el desarrollo de la Lesson Study, surgieron las incógnitas que guiaron las subsecuentes implementaciones con otros cursos, preguntas como: ¿Qué papel juega el docente en el ejercicio de su práctica de enseñanza en el laboratorio de ciencias y cuál es su propósito? ¿Qué contenidos son relevantes para enseñar en el laboratorio? ¿Cómo podemos fortalecer las habilidades de pensamiento científico que los estudiantes ya poseen?

Encuadre teórico

Lesson Study

La Lesson Study es un proceso de desarrollo profesional docente implementado por en primera instancia por los japoneses, el mismo se centra en el estudio colaborativo de sus prácticas de enseñanza o lo que estos denominaron el estudio de una lección, estos profesionales diseñan, enseñan, observan y analizan críticamente sus prácticas en concreto en el efecto que tienen en el aprendizaje de los niños y niñas que aprenden (Soto-Gómez y Pérez-Gómez, 2015). Según estos mismos autores la Lesson Study consta de 7 fases: Definición de un problema de interés, diseño cooperativo de una lección experimental, enseñar y observar el desarrollo de la propuesta, recoger las evidencias y discutir su significado, analizar y revisar la propuesta, desarrollar el proyecto revisado en otra clase, discutir evaluar y reflexionar sobre las nuevas evidencias y difundir la experiencia en un contexto ampliado.

Práctica de enseñanza

La práctica de enseñanza es definida por Alba y Atehortúa (2018) como un fenómeno social complejo, dinámico y singular, formalizado a través de una relación contractual entre el docente y una institución educativa con el propósito de desarrollar aprendizajes en los estudiantes, a través de las tres acciones constitutivas: planeación, implementación y evaluación. La investigación de este fenómeno se justifica en lo postulado por el Ministerio de Educación Nacional (s.f.), el cual afirma que es en la práctica pedagógica donde el docente en formación tiene la oportunidad de reflexionar sobre su práctica de enseñanza, a partir del registro, análisis y balance continuo de sus acciones pedagógicas.

Habilidades de pensamiento científico

Al hablar de habilidades de pensamiento científico una de las teorías más famosas es la de la taxonomía de Bloom publicada en 1956, centrándose en el dominio cognitivo, el comité de educadores encabezado por Bloom jerarquizó las habilidades de pensamiento en 6 categorías (Churches, A., 2020, febrero 11), en 2001 la teoría fue revisada por Lorin Anderson y Krathwohl quienes cambiaron el uso de sustantivos por verbos, así como su secuencia (Olivera, S., 2011), el mismo año Robert Marzano presentaba su "Nuevo Modelo de Taxonomía", donde a partir del trabajo de Bloom, involucra factores afectivos y metacognitivos. Estas tres teorías se caracterizan por presentar el desarrollo de habilidades de pensamiento de forma secuencial, donde para desarrollar habilidades complejas como la indagación, primero se deben desarrollar habilidades no tan complejas como la observación.

En contraposición a la teoría de la taxonomía de Bloom, se encuentra la Teoría de la Mente o Teoría de la Distribución del Conocimiento, de la cual Perkins, D. es uno de sus mayores exponentes. En su libro "Smart Schools" (La Escuela Inteligente), Perkins retrata como las escuelas pueden fomentar el aprendizaje profundo y significativo a partir del desarrollo de habilidades de pensamiento interconectadas (1995). Dentro de la

teoría de la enseñanza para la comprensión desarrollada por Perkins, se propone como el aprendizaje debe ir más allá de la memorización de hechos hacia la comprensión profunda, lo que implica que las habilidades de pensamiento estén relacionadas entre sí y por tanto se desarrollen de forma conjunta (Wiske, M. 1999).

Propuestas/experiencias

Desarrollo de la práctica pedagógica

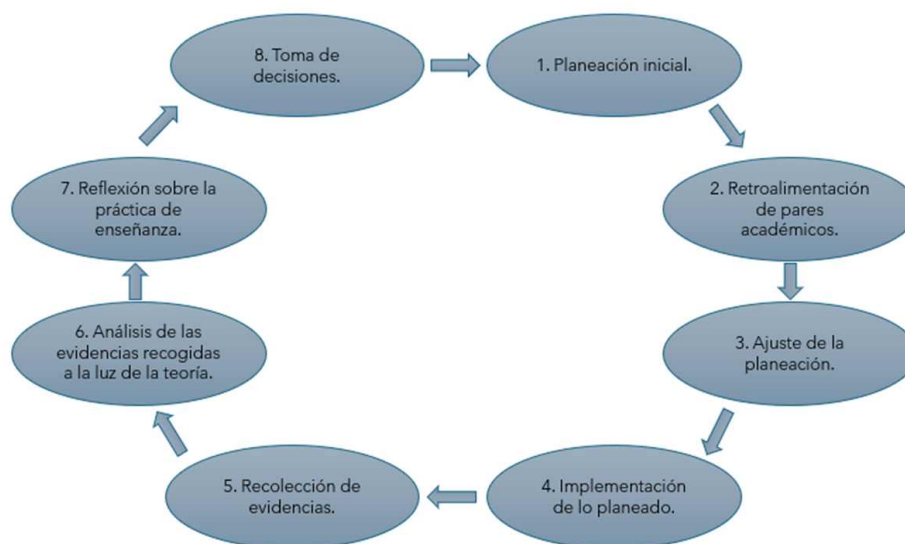
Para el desarrollo de la práctica pedagógica se empleó el método de Lesson Study, atendiendo al ciclo PIER (planeación, implementación, evaluación y reflexión), así como a las condiciones específicas del contexto en el que se desarrolla la práctica pedagógica, se optó por emplear un ciclo de 8 pasos que permitieron al practicante recibir y dar una retroalimentación constante sobre el propio desarrollo de su práctica y la de sus pares académicos (ver figura 1). A continuación, se detallan cada uno de los pasos:

1. Planeación inicial

En este momento se identificaba el curso con el que se iba a trabajar, para posteriormente hacer una revisión del macro, meso y micro currículo (estándares básicos de competencias en ciencias naturales, currículo institucional y currículo de la clase de ciencias para ese curso, respectivamente), con el objetivo de seleccionar las competencias a trabajar y temáticas relevantes y atractivas para los estudiantes, para posteriormente construir uno o varios resultados previstos de aprendizaje (RPA) que podrían enmarcarse dentro de 4 categorías: contenido, método, propósito, valores y actitudes. Una vez hecho esto se diseñan actividades prácticas para asegurar el o los RPA propuestos.

Figura 1

Ciclo PIER y metodología de Lesson Study adaptados al contexto de la práctica pedagógica



Elaboración propia.

2. Retroalimentación de pares académicos

Ya estructurada la primera versión de la planeación, pares académicos (docente mentora y compañeros docentes en formación), realizan una revisión detallada a la propuesta para verificar la coherencia entre la competencia que se pretende desarrollar, el RPA diseñado y las actividades propuestas, esto mediante el

método de escalera de retroalimentación centrándose en los siguientes puntos: Valoraciones, aquello que se identifica como bien hecho dentro de la planeación; inquietudes, aquello que no es muy claro dentro de la planeación; preocupaciones, aquello que se considera no es coherente; y sugerencias, aquello que se aconseja al docente modificar o contemplar en su planeación.

3. Ajustes a la planeación

Teniendo en cuenta los aportes de sus pares académicos y la experiencia propia, el docente reformula su propuesta inicial con el fin de garantizar esa coherencia entre las competencias que se pretenden desarrollar, los RPA diseñados y las actividades propuestas.

4. Implementación de lo planeado

En este momento se llevan a cabo las actividades planeadas, como es de costumbre en esta profesión, las mismas no saldrán según lo previsto, por lo que se hace necesario llevar un registro de esos ajustes hechos en campo a la planeación. En este caso, se destaca la importancia de una evaluación continua que permita dar cuenta del impacto de la planeación, lo que nos lleva al siguiente punto.

5. Recolección de evidencias

Este proceso normalmente es llevado a cabo al final de la sesión, las formas en que se puede recoger la evidencia necesaria para determinar si las actividades planeadas garantizan el RPA son muy variadas, por ejemplo: fotos, videos, entrevistas, pruebas orales o escritas, entre otras formas de evaluación. Aunque es colocado como un paso posterior a la implementación, muchas veces la recolección de evidencias se hace en simultaneo con el paso anterior, mientras que usualmente la evaluación de la planeación es un proceso posterior a la implementación y recolección de evidencias, aunque nuevamente, este proceso puede darse durante la implementación, una rápida evaluación cualitativa de la clase puede darle al docente indicios sobre el curso que esta toma, y si es pertinente ceñirse a la planeación o realizar los mencionados ajustes de campo.

6. Análisis de las evidencias recogidas a la luz de la teoría

Un análisis objetivo de la propia práctica de enseñanza no parte de un principio de confianza o suposición, si no de hechos, por tanto, es necesario emplear la evidencia recolectada en el paso anterior evidenciar que tanto se logró alcanzar el RPA diseñado, esto soportado en la teoría para dar explicación a lo ocurrido.

7. Reflexión sobre la práctica de enseñanza

En este punto, el docente hace uso de todos los recursos a su disposición: experiencia propia, saberes teóricos, experiencias de otros docentes o las propias evidencias recabadas, para determinar qué elementos de su práctica de enseñanza favorecen el alcance del RPA y cuales lo dificultan, este proceso puede ser llevado a cabo de forma individual o colectiva.

8. Toma de decisiones

Una vez identificados los elementos que favorecen y perjudican la práctica de enseñanza, el docente toma decisiones pertinentes para hacer ajustes en su metodología que le permitan garantizar el alcance de esos RPA por parte de sus estudiantes.

La práctica de enseñanza

El trabajo en el laboratorio se dividió en dos fases: acercamiento y experimentación. Durante la fase de acercamiento se buscó que los estudiantes se familiarizaran con el laboratorio de ciencias, su estructura, las condiciones de trabajo, reglas de comportamiento esenciales y sobre todo, los materiales disponibles en él (imagen 1), para esto, se les daba acceso a distintos elementos como probetas, beakers, pipetas, embudos, agitadores de vidrio, soportes universales, entre otros, esto se hizo con el fin de explicarles cómo manejarlos correctamente, bajo la premisa de que si un estudiante rompe un objeto en el laboratorio, puede ser por dos razones: El estudiante no actuó de forma responsable o el profesor no le enseñó a manejar los instrumentos disponibles. Durante esta fase, se promovió el desarrollo de habilidades como la observación, la descripción, el planteamiento de preguntas y la formulación de hipótesis, todo alrededor de la función que los instrumentos de laboratorio cumplen.

Imagen 1

Experimento sobre cambio de fase de la materia y expansión de gases trabajado con los estudiantes



Elaboración propia.

En la segunda fase se realizaron dos experimentos con los estudiantes, el primero, una mezcla heterogénea de aceite, miel, jabón de manos, agua y alcohol, el segundo, inflar un globo utilizando el agua contenida en un balón de fondo redondo sostenido sobre un mechero (imagen 2). Mediante los mismos no solo se pretendía desarrollar en los estudiantes habilidades de pensamiento científico, si no también abordar conceptos y fenómenos como la separación de líquidos por efecto de la densidad, materia, volumen, el átomo, expansión y compresión de gases, cambio de estado de la materia, entre otros, en una ocasión incluso se llegó a hablar de astronomía para llegar al concepto de densidad, explicando por que los agujeros negros, son agujeros negros. Todo esto gracias a las preguntas que los mismos estudiantes realizaban durante las sesiones y que no habían sido contempladas en ningún momento de la planeación.

Imagen 2

Experimentos de densidad propuestos por los estudiantes



Elaboración propia.

Durante el transcurso de las sesiones fue posible evidenciar no solo ese desarrollo interconectado de las habilidades de pensamiento, mencionado con anterioridad y soportado teóricamente por Perkins, si no también algunas concepciones que son preocupantes, como, por ejemplo: En el laboratorio de ciencias se hacen pociones (refiriéndose probablemente a la apariencia que pueden tomar algunas mezclas en el laboratorio) o que las mismas explotan, resultando en un científico con la cara quemada y el cabello expulsado hacia atrás. Ambas concepciones reflejan claramente elementos presentes en la cultura popular, lo anterior constituye un problema ya que no solo sugiere prácticas peligrosas en el laboratorio de ciencias, sino también la no distinción entre la realidad y la ficción.

Dichas concepciones erradas suelen estar acompañadas de otros errores de lenguaje o interpretación, como el llamar químicos a las sustancias usadas en el laboratorio, o experimento al contenido de un Erlenmeyer en lugar de un proceso; dichas concepciones y errores fueron abordadas de forma directa durante el desarrollo de las sesiones, remplazando en el lenguaje de los estudiantes términos como poción y químico por mezcla y sustancia química, así como explorando el concepto de experimento desde el proceso del método científico.

Discusión

A lo largo de las implementaciones que se ha tenido con estudiantes desde transición hasta 5to grado, se evidencia como los mismos ya poseen las habilidades científicas que se desean trabajar, al respecto, Hattie, J. (2012), menciona como las habilidades de pensamiento científico son desarrolladas a lo largo del tiempo y mediante a práctica y retroalimentación, aunque algunas habilidades pueden desarrollarse más rápido que otras, en general esto es un proceso que requiere gran extensión en el tiempo para alcanzar niveles de competencia. Por lo que se descarta que los estudiantes hayan adquirido habilidades de pensamiento científico en una sola clase en el laboratorio de ciencias.

Ante este panorama surge la necesidad de cambiar la pregunta que orienta la práctica pedagógica como se mencionó anteriormente, centrándose en responder a ¿Cuál es el papel de la práctica de enseñanza del docente para asegurar el aprendizaje en el laboratorio de ciencias? Según los hallazgos, el laboratorio de ciencias es un espacio idóneo para fortalecer dichas habilidades que los estudiantes ya poseen, al respecto, Yager, R. (2000), los laboratorios ofrecen espacios donde los estudiantes pueden participar de procesos

científicos que permite promover la exploración, curiosidad, pensamiento crítico, aprendizaje interactivo, la puesta en práctica de conceptos científicos, el trabajo en equipo y a reelección y análisis de datos.

Me gustaría explicar el rol de la práctica de enseñanza para asegurar el aprendizaje dentro del laboratorio con una analogía: Imagine las habilidades científicas de un estudiante como una canción, producto de múltiples experiencias, es armoniosa y melódica en su forma, pero aun así es perceptible de ser mejorada, cuando el compositor original consulta con un colega músico un tanto más experto, este puede agregar algún que otro instrumento, ajustar los acordes de la guitarra que marca el ritmo principal o retirar elementos que no son armoniosos con la melodía. Al igual que ocurre con los procesos de desarrollo de pensamiento científico, en un estudiante un docente no encontrara unas partituras en blanco, si no toda una melodía que mediante la práctica y la experimentación puede ser mejorada, algunos elementos pueden ser agregados o corregidos en aras encaminar el pensamiento del estudiante hacia uno más científico, como puede ser la apropiación de un método de observación y su distinción entre la descripción y la conjetura, otros elementos pueden ser cautelosamente retirados ya que no son armoniosos con la melodía como tampoco lo son las pociones con la ciencia.

A igual que no tiene caso escribir una canción con la que nadie podrá empatizar, que caso tiene promover habilidades en el laboratorio para el laboratorio y no para la vida, si el RPA del docente es que el estudiante desarrolle habilidades científicas para el laboratorio y no para su vida, entonces está perdiendo su tiempo y el de su estudiante. A manera de conclusión a esta pequeña reflexión, se afirma que el propósito de la práctica del docente dentro de laboratorio es fortalecer habilidades de pensamiento científico que le permitan a sus estudiantes construir una mirada crítica de su realidad inmediata, en aras de que estos puedan tomar las decisiones necesarias para influir positivamente en esta.

El impacto de la práctica de enseñanza del docente de ciencias va más allá de lo mencionado, como afirma Espinosa-Ríos, et. Al. (2016), las prácticas educativas llevadas a cabo en un laboratorio deben transformarse para así cambiar la visión retorcida que tanto maestros como estudiantes tienen del mismo, de los científicos, investigadores y de la ciencia misma, que a su vez es interpretada por la sociedad. El laboratorio de ciencias juega un papel crucial en la construcción de las concepciones que las personas en general tienen sobre la ciencia, por si esto fuera poco, los laboratorios son espacios vitales en el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, como lo plantea Manrique (2019), quien afirma que el trabajo en el laboratorio facilita a los estudiantes obtener conocimiento.

Larrañaga (2012), en su obra plantea como el modelo tradicional actual presente desde el siglo XIX solo consigue que los estudiantes memoricen saberes específicos antes de un examen, para que posteriormente lo olviden, ya que su objetivo no es aprender, solo obtener buenas notas, y es que no se aprende escuchando, se aprende haciendo. Dicha concepción fue cambiada por una donde el laboratorio de ciencias para cursos de educación primaria es un espacio donde familiarizar a los estudiantes con las ciencias naturales y desarrollar en ellos habilidades de pensamiento científico que les resulten útiles en su vida diaria.

La concepción anteriormente expuesta se puede soportar en lo afirmado por Zúñiga-Meléndez, et. Al. (2020), quienes afirman que la educación científica es un medio que promueve la formación de una ciudadanía global, dado que facilita el desarrollo de habilidades de pensamiento para enfrentar las situaciones emergentes de una sociedad compleja e interrelacionada. A partir de lo anterior me gustaría resaltar la importancia del docente y la educación científica en la reducción de las desigualdades sociales, y es que más allá de desarrollar habilidades de pensamiento científico porque hay un currículo que así lo exige, cualquier profesor debería tener presente que estas son herramientas que un estudiante podrá usar para mejorar su calidad de vida.

Antes de conceder esas herramientas, es necesario garantizar que el estudiante esté en condiciones de recibirlas, ya que más allá de los hallazgos plasmados en este trabajo, la rigurosidad y profesionalidad detrás del ejercicio del profesor, no se puede dejar de lado el componente emocional. La experiencia que más marco el desarrollo de mi práctica pedagógica fue abrazar a uno de mis estudiantes para que dejara de llorar, mientras hablaba con otro ya que me había comentado de algunos problemas familiares que tenía y debía indagar que nada malo estuviese ocurriendo, todo esto mientras le daba indicaciones al resto del grupo para continuar con la actividad propuesta y asegurar el resultado previsto de aprendizaje.

Se habla del profesor como un profesional de la educación, pero no se puede olvidar la humanidad que hay en esas palabras, y es que, aunque es todo un campo de discusión que amerita varios artículos de reflexión aparte, aquí se afirma que el objetivo de un profesor es generar aprendizajes en sus estudiantes, con el propósito de que estos puedan mejorar su calidad de vida. Un profesor no es un psicólogo, es un maestro de vida, por tanto, hay problemas con los que un profesor no puede ayudar a su estudiante, pero este no puede convertirse en un problema a la vista de su maestro, es aquí donde el profesor primero debe enseñar a su estudiante a vivir en paz y armonía con su propia vida, antes de entregarle el cincel que usara para darle a su vida la forma que este desee.

En este sentido, la educación científica no solo ofrece la oportunidad de dotar al estudiante de herramientas cognitivas necesarias para desempeñarse en el mundo, si no también emocionales. Si un estudiante presenta emociones negativas hacia la ciencia y la educación científica, difícilmente se podrá desarrollar en el las competencias necesarias enunciadas en el macro currículo, pero es aquí donde el laboratorio de ciencias se convierte en un espacio idóneo para trabajar con los estudiantes la gestión de sus emociones en un espacio seguro, como el respeto y la capacidad de escuchar la opinión de otra persona, así como reconocer cuando se comete un error y cuando no se tiene la razón, la resiliencia al sentirse frustrado por el fallo de un experimento y la capacidad de reflexionar sobre las propias acciones para identificar los factores que influyeron en el resultado de una experiencia.

No siempre los estudiantes llegaran con la disposición de recibir una clase, lo que puede deberse a multitud de factores: tiene hambre, no durmió, existe algún problema severo en su entorno familiar, entre muchos otros. Es aquí donde el docente debe entender que antes que un salón de clases o un laboratorio, el aula de ciencias debe ser un entorno seguro, donde el estudiante puede hablar con su profesor sobre esos problemas que lo aquejan, donde encontrara compañeros que lo hagan sentirse como en su segunda casa, donde puede equivocarse y preguntar libremente, un lugar, donde encontrara esas herramientas que necesita para cambiar su propia vida.

"A veces, la esperanza se presenta en forma de tubos de ensayo, nombres rebuscados y conceptos complejos"

Bibliografía

- Alba, J. & Atehortúa, G. (2018). Maestría en Pedagogía. Universidad de La Sabana.
- Churches, A. (2020, febrero 11). Taxonomía de Bloom para la era digital. *EduTEKA*. (EduTEKA, Trad.). Recuperado de: <https://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomDigital>
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Larrañaga, A. (2012). El modelo educativo tradicional frente a las nuevas estrategias de aprendizaje (Master's thesis).
- Manrique Salazar, C. P. (2019). El Laboratorio de biología como estrategia didáctica para potencializar el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes de séptimo grado del Colegio Cooperativo Reyes Patria Sogamoso-Boyacá (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás).
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). La práctica pedagógica como escenario de aprendizaje. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-357388_recurso_1.pdf

- Soto-Gómez, & Pérez-Gómez (2015). Lessons Studies: un viaje de ida y vuelta recreando el aprendizaje comprensivo. *RIFOP: Revista interuniversitaria de formación del profesorado: continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales*, 29(84), 15-28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5319583>
- Olivera, S. W. (2011). Taxonomía de bloom. Universidad Cesar Vallejo, 4.
- Perkins, D. (1995). *Escuela inteligente* (Vol. 17). Barcelona: Gedisa.
- Yager, R. E. (2000). A vision for what science education should be like for the first 25 years of a new millennium. *School Science and Mathematics*, 100(6), 327-341.
- Wiske, M. S. (1999). *Enseñanza Para La Comprensión*, La. Paidós.
- Zúñiga-Meléndez, A., Durán-Apuy, A., Chavarría-Vásquez, J., Gamboa-Araya, R., Carballo-Arce, A. F., Vargas-González, X., ... & Torres-Salas, I. (2020). Diagnóstico de las necesidades de capacitación de docentes de biología, química, física y matemática, en áreas disciplinares, pedagógicas, y uso de las tecnologías para la promoción de habilidades de pensamiento científico. *Revista Electrónica Educare*, 24(3), 469-497.