Fortalecimiento del pensamiento científico a partir de la confrontación entre el conocimiento científico y las creencias pseudocientíficas

Elkin Darío Cardozo Sosa

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2021

Fortalecimiento del pensamiento científico a partir de la confrontación entre el conocimiento científico y las creencias pseudocientíficas

Elkin Darío Cardozo Sosa

Tesis o trabajo de grado de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

Daniel Barragán, Doctor en Ciencias

Profesor Asociado

Escuela de Química

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2021

Dedicatoria

Después de ver el camino recorrido y ver los frutos de un trabajo constante, en el que se desea apostar a una educación con calidad, solo queda decir gracias a todas aquellas personas que aportaron en la culminación de esta propuesta y especialmente al profesor Daniel Barragán quien me guío en esta última etapa.

Resumen

La siguiente propuesta de aula está destinada a fomentar el pensamiento científico de los estudiantes de educación media rural, por medio de la confrontación entre el conocimiento científico y las creencias pseudocientíficas. Para lograrlo, se fundamentará a los estudiantes sobre qué es y cómo está conformada tanto la ciencia como la pseudociencia, las diferentes formas como se propagan y las posturas de las personas frente a las mismas.

Teniendo en cuenta lo anterior, existirá un primer momento en el que se confrontará la homeopatía como pseudociencia con el método científico, identificando las características de estos. Un segundo momento para la creación de un movimiento pseudocientífico anti atomista que se enfrentará a la teoría atómica, con el fin de analizar el nivel argumentativo, comunicativo, creativo y crítico de cada parte. Recurriendo al trabajo cooperativo para su realización.

Finalmente, se planteará un posible proceso evaluativo para identificar el grado de aceptación del conocimiento científico por parte de los estudiantes, así como también de las creencias de las pseudociencias.

Palabras clave: Propuesta de aula, pensamiento científico, creencias pseudocientíficas, habilidades del pensamiento.

Strengthening of scientific thought from the confrontation between scientific knowledge and pseudoscientific beliefs

Abstract

This monograph presents a class proposal to promote critical scientific thinking in rural high school students. The strategy we adopt is the confrontation between scientific knowledge and pseudoscientific beliefs. The proposal considers two different moments through which the teacher will inform students about the differences between science and pseudoscience. It will be essential to consider how the information disseminates in these fields and people's attitudes. In the first proposal moment, a pseudoscience such as a homeopathy will face scientific knowledge, precisely the scientific method, identifying each side's main characteristics. Later in the second moment, a group of students is motivated to promote a pseudoscientific movement to question atoms' existence, and another group of students will oppose.

With this activity, the argumentative, communicative, and creative skills will strengthen. Finally, an evaluative process is proposed to identify the level of acceptance of scientific knowledge and the beliefs of pseudosciences.

Keywords: Classroom proposal, scientific thought, pseudoscientific beliefs, thinking skills.

Contenido

Resumen IV
Abstract V
Introducción 1
CAPÍTULO I. DISEÑO TEÓRICO 2
1. Planteamiento Del Problema 2
1.1. Descripción del problema 2
1.1.2. Formulación de la pregunta 3
1.1.3. Antecedentes 3
1.2. Justificación 7
1.3. Objetivos 8
1.3.1. Objetivo General 8
1.3.2. Objetivos Específicos 8
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL 9
2.1. Referente Teórico 9
2.1.1. Referente Disciplinar y/o Conceptual 12
2.1.2. Referente Legal o Normativo (Normograma) 18
2.1.3. Referente Espacial 19
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO 21
3.1. Enfoque 21
3.2. Método 21
3.3. Instrumentos de recolección de información 22
3.4. Población y muestra 23
3.5. Delimitación y alcance 23
3.6. Cronograma 24
3.6.1. Planificación de actividades 24
3.6.2. Cronograma de actividades 25
CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN 26
4.1. Monografía de revisión bibliográfica sobre el desarrollo del pensamiento científico a partir de la confrontación de la ciencia y las creencias de las pseudociencias 26
4.1.1. Definición de las ciencias y las pseudociencias 26
4.1.2. Desarrollo del pensamiento científico. Habilidades del estudiante 30
4.1.3. Desarrollo del pensamiento científico. Reflexiones docentes 35
4.2. Diseño de la propuesta de aula 37
4.2.1. Primer momento 38
4.2.2. Segundo momento 38

4.3. Descripción de las actividades 38
4.3.1. Actividades para el primer momento: Homeopatía Vs Conocimiento Científico 38
4.3.2. Actividades para el segundo momento: Atomistas Vs Anti Atomistas 44
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 54
5.1. Conclusiones 54
5.2. Recomendaciones 55
Anexo 1 58
Anexo 2 60
Anexo 3 61
Anexo 4 62
Referencias 68

Lista de figuras

Figura 1. Método de Meyer…… 48
Figura 2. Recolección de gas…….. 49
Figura 3. Montaje final de la obtención del gas carbónico…… 50

Lista de tablas

Tabla 1. Normograma…….. 18
Tabla 2. Programación de actividades…….. 24
Tabla 3. Cronograma de actividades…… 25
Tabla 4. Modelos atómicos a través del tiempo…….. 45
Tabla 5. Tabla de datos. Obtención del gas carbónico…….. 50
Tabla 6. Tabla de recolección de experiencias y sugerencias…… 52
Tabla 7. Temas sugeridos por niveles……. 56

Introducción

En la actualidad los estudiantes, y la sociedad en general, están expuestos a un gran contenido informativo de dudosa procedencia que los puede inducir a la toma de decisiones equivocadas, exponiendo a riesgos su bienestar y el del entorno. Este nuevo escenario social reta los procesos escolares de enseñanza-aprendizaje hacia la implementación de estrategias, que promuevan en los estudiantes la actitud de pensar de manera más crítica y de actuar más consciente. La presente propuesta de trabajo en el aula surge de la necesidad, cada vez más creciente, de fortalecer el desarrollo del pensamiento científico en las clases de ciencias. Tomamos como referente para su desarrollo la confrontación entre el conocimiento científico y las creencias pseudocientíficas.

La premisa bajo la cual construimos esta propuesta de trabajo para el aula de clase es que, la manifestación directa del impacto formativo de la educación en los individuos no está solo en la cantidad y uso que se dé al conocimiento en escenarios académicos, sino también en la actitud que manifiesta el individuo en su interacción con diversos escenarios sociales: “saber y actuar acorde al saber”.

La propuesta estuvo inicialmente planeada para ser implementada en el aula de clase como un proyecto de aula, pero la contingencia sanitaria producida por el virus COVID-19 cambió los planes de ejecución, a replantearla y reconstruirla de modo que aporte suficientes elementos para que pueda ser puesta llevándonos a prueba en un futuro.

Este documento monográfico, de revisión y propositivo, queda estructurado en cinco capítulos, de la siguiente manera: (a) un capítulo para la presentación del problema de trabajo, su justificación y objetivos, (b) un capítulo para la discusión de referentes teóricos sobre los que se apoya este trabajo, (c) un capítulo dedicado al diseño metodológico, con sus respectivas fases de intervención y cronogramas de actividades, (d) un capítulo para la propuesta de intervención, especificando las actividades a aplicar, y (e) un último capítulo dedicado al análisis del trabajo elaborado, sugerencias para su implementación en el aula y recomendaciones posteriores.

CAPÍTULO I. DISEÑO TEÓRICO

1. Planteamiento Del Problema

1.1. Descripción del problema

En la búsqueda de estrategias que permitan una mejor comprensión del conocimiento científico en las clases de ciencias, algunos docentes han implementado propuestas metodológicas que integran el saber científico con el entorno del estudiante, lo que en principio lograría la asociación de la educación con la participación y productividad del estudiante en la sociedad. Sin embargo, Crespo, Pozo y Gutiérrez (2004), identifican la resistencia del estudiante al aprendizaje de las ciencias y al desarrollo del pensamiento científico, como una consecuencia de concepciones intuitivas o concepciones alternativas, creadas en su mayoría por el sentido común que otorga la experiencia. Lo anterior, aunado a la información que se expone de manera científica, pretendida sin serlo, impide la comprensión, asimilación y análisis minucioso del saber científico, acentuando creencias sin justificación o verificación, carentes de reflexión.

En este escenario, un considerado número de estudiantes de la educación media, y muy seguramente de educación básica también, quedan rezagados tanto en el manejo del lenguaje de las ciencias, como en el buen uso del conocimiento científico, al desconocer los fundamentos teórico - prácticos que explican los fenómenos que vivencian a diario. Uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias es contribuir a cerrar la brecha social entre los saberes académicos y los saberes del común y del diario vivir. No debe ser un objetivo enseñar ciencias para formar estudiantes expertos en temáticas disciplinares, o convencerlos de que se inclinen a su estudio en la educación superior, sino contribuir a formarlos como individuos con valores actitudinales hacia el uso del conocimiento científico cuando se articulan con la sociedad. Como afirman Pozo y Gómez (2006), debemos proporcionarles unos marcos conceptuales que les facilite la interpretación de la información originada por los fenómenos experimentados, sin la necesidad de profundizar en el estudio de las ciencias.

En la enseñanza tradicional de las ciencias nos hemos enfocado en abordar contenidos, poco o nada relacionados al contexto del estudiante, destacándose la ausencia de interacciones docente-estudiante que fomenten el desarrollo del pensamiento científico. El Ministerio de Educación Nacional estableció en los estándares básicos de competencias, el cumplimiento de unas finalidades que buscan el mejoramiento de la calidad educativa, por

medio del trabajo crítico, investigativo y participativo en el aula, (MEN, 2006). Pero, usualmente los docentes, o no recurrimos a ellos al momento de diseñar las clases, o si lo hacemos no logramos generar el impacto esperado. Un pobre desempeño docente en el aula de clase puede provocar en los estudiantes efectos adversos, como es el darle más credibilidad a un conocimiento socialmente popular que, a pesar de carecer del sustento conceptual y experimental de la ciencia, es rico en un discurso cargado de ilusiones y promesas. Una discusión alrededor de estas ideas la hacen Garófalo, Galagovsky y Alonso (2014), quienes afirman que la ausencia de competencias que promuevan el pensamiento crítico en los estudiantes conduce a la carencia de capacidades críticas y reflexivas en escenarios de contexto fuera del aula.

1.1.2. Formulación de la pregunta

Con la finalidad de contribuir al fortalecimiento del pensamiento científico en el aula, teniendo como referentes el conocimiento científico y las creencias pseudocientíficas, planteamos la siguiente pregunta:

¿Cómo contribuye una propuesta de aula a partir de la confrontación, entre el conocimiento científico y las creencias pseudocientíficas, al desarrollo del pensamiento científico en los grados décimo y undécimo de la Institución Educativa Jorge Alberto Gómez Gómez sede Santa Ana del municipio de Granada, Antioquia?

1.1.3. Antecedentes

Uno de los objetivos de la práctica docente es lograr que el aprendizaje del estudiante sea significativo, de modo que pueda recurrir a él al momento de resolver situaciones que se le presenten a diario. Según Álvarez y Del Río (2000), para Vygotsky, no basta de un previo conocimiento, ni tampoco de una información procesada para el entendimiento, sino que se necesita de una vivencia o situación para que el estudiante aplique lo que llegó a procesar de la información, de tal modo que los procesos de pensamiento como la reflexión, la retroalimentación y el análisis crítico, se relacionen con la zona de desarrollo próximo, que se podría entender como la provocación de una interacción entre los saberes previos del estudiante con elementos más complejos para lograr una comprensión y actuación al momento de presentarse una situación problema.

De igual manera, Caamaño (2003), menciona la importancia de la practicidad de los trabajos en el aula, al permitirle a los estudiantes la familiarización e interpretación de fenómenos

ocurridos en su entorno. Llevar al salón de clases fenómenos cotidianos incentiva la creación y aplicación de estrategias investigativas para la resolución de problemas, mediante la puesta en escena del conocimiento científico. Enfrentar situaciones de la vida real en el aula se fomenta la formación ciudadana y el pensamiento crítico.

En una perspectiva similar, Morales y Landa (2004), relacionan situaciones reales en las que el estudiante de medicina, de una universidad canadiense, participa con la idea de retarse a resolver problemas de confrontación inmediata. En esta situación se resalta los procesos hipotéticos propios del razonamiento deductivo que hace el estudiante, que contrarrestan los enfoques pedagógicos de la enseñanza tradicional, de tipo memorístico y conductual, que aportan muy poco al potenciamiento de las habilidades del pensamiento.

En una dirección de pensamiento similar, Moreira (2005), promueve la idea de aprender por medio de retos o situaciones problema, para que así el sujeto aprenda a afrontar de forma eficaz los desafíos del diario vivir. Moreira cuestiona enseñar recurriendo a verdades irrefutables, verdades que terminan siendo un manifiesto del aislamiento del conocimiento producido en el campo científico y los saberes de la vida. En el aula de clase las situaciones problema se pueden alinear con una serie de etapas o procedimiento con secuencia lógica, de modo que el estudiante pueda aplicar estrategias similares en cualquier situación de la vida real. Durante el proceso de análisis de la situación problema el estudiante tiene que comprender objetivamente el problema, identificar incógnitas, analizar datos, hacer planeación de procedimientos, buscar referentes de situaciones similares y finalmente programar ejecuciones que lleven a resultados y soluciones, (Alfaro, 2006).

Conjuntamente, Rúa (2008) apoya la noción de enseñar por medio de retos y establece una serie de sugerencias que orientan a cualquier docente sobre cómo transformar situaciones reales cercanas al estudiante en situaciones problema en el aula. Se parte de la construcción de una red conceptual conformada por las temáticas que se van a abordar. Luego se define el motivo o motivaciones, qué es lo que incita al estudiante a resolver el problema por sí solo. En la red conceptual hay estados de complejidad variable, que se podrían ir clasificando desde el más básico, al más complejo. Para cada estado, y acorde a su nivel de complejidad, se deben proponer estrategias, lo que hace referencia a la metodología del docente en el aula. Como parte de la estrategia se involucran unas etapas de ejercitación, que corresponden a situaciones de fácil abordaje, para que el estudiante aprenda sobre cómo iniciar la resolución del problema. Es importante que se involucre la ampliación de los conceptos abordados, que

son las explicaciones o recursos suministrados por el profesor, y por último la evaluación de competencias, que es la constatación de qué tan efectiva fue la estrategia.

En contraposición, Fariñas (2007), manifiesta su preocupación por el uso de estrategias retadoras, consideradas como ideas innovadoras, ya que algunas de ellas no necesariamente están definiendo el futuro y pueden estar influenciadas por el conductismo de la práctica pedagógica. Para hablar de innovación es necesario hacer una revisión y análisis crítico de lo que hay, de lo que se está haciendo y de lo que falta por hacer, para así tener un marco de referencia más claro del horizonte al que se desea llegar. La revisión histórica de procesos innovadores en el aula muestra que algunos trabajos han aportado en alguna medida a cambiar la forma de ver la ciencia, como por ejemplo pasar de una concepción del pensamiento científico como elemental, lineal y mecánico a un pensamiento integrador. Por su parte estas ideas innovadoras procuran cumplir con las competencias establecidas en la educación. Entendiéndose éstas como el conjunto de saberes; saber ser, saber hacer y saber conocer, que son empleadas para la resolución de situaciones problemas, (Castro y Ramírez, 2013).

La importancia de las competencias que se abordan en el aula de clase es su orientación al mejoramiento de la calidad educativa, porque en la educación recae la responsabilidad del desarrollo de una sociedad con miras al progreso en los ámbitos económicos, políticos, culturales y tecnológicos, que en su conjunto suelen ser catalogados como competencias básicas indispensables para hacer competitiva una nación. Estas competencias que idealmente cualquier ciudadano debería poseer, son analizadas por medio de las pruebas internacionales como las PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE), que está bajo los lineamientos de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y en la cual se identifica el desempeño de los ciudadanos frente a situaciones que involucren diferentes áreas del saber y la manera como ellos pueden proceder, (Castro y Ramírez, 2013).

Del mismo modo las competencias que se deben abordar en el aula, pueden trabajarse de dos formas según Acevedo (2009): (a) la implícita, que se basa en la adquisición de habilidades por medio de actividades de indagación, en las cuales los estudiantes adquieran dichas habilidades desde la experiencia sin necesidad de ser tan evidentes, y (b) la explícita, como su nombre lo indica, son los aspectos que se esperan, planificaciones que llevan al estudiante a conocer las competencias que va a adquirir. Las dos posibilidades de trabajo en el aula son viables en su aplicación, porque las dos orientan al estudiante a la adquisición de habilidades

que fomenten el desarrollo del pensamiento científico, y aunque es el docente quien elige cuál de las dos formas aplicar en su práctica pedagógica, idealmente se debería realizar la combinación de ambas para que el estudiante entienda que está realizando para alcanzar ciertas competencias, pero al mismo tiempo adquiera habilidades que quizás no las tenga contempladas.

Adicional a lo anterior, debemos considerar las propuestas de Garritz (2010), quien se centra en la indagación como una habilidad que facilita el aprendizaje, puesto que genera en el estudiante procesos cognitivos referentes a la formulación y respuesta a preguntas, y la creación de hipótesis concernientes al método científico que fomentan la producción oral o escrita. Para dar una respuesta argumentada y/o justificada a una pregunta se deben considerar medios de indagación como la experimentación, la motivación para adquirir información, y la generación de confrontaciones de saberes entre los mismos estudiantes.

Finalmente consideramos a Franco (2015), quien plantea que la investigación en el aula, como mediador del proceso de enseñanza y aprendizaje, acerca al estudiante a estar inmerso en un ambiente similar al de un científico. La gran diferencia entre el mundo científico real y el escolar radica, en que el primero tratan con problemas que están aún en estudio sin una solución aparente, mientras que en el segundo los problemas son expuestos por el docente, por lo cual ya se tendría algunas posibles soluciones. Aunque es válido afirmar que el estudiante se lleva el protagonismo de su propio aprendizaje, el papel del docente es clave para generar un desequilibrio cognitivo que induzca al estudiante a buscar alternativas para solucionar el problema, qué para Franco, se podría ver y definir como un trabajo autónomo pero guiado, que llevan a un aprendizaje al estilo constructivista.

1.2. Justificación

De acuerdo con el valor que le de él estudiante al conocimiento adquirido dentro del aula de clase, será la aplicabilidad que tenga fuera de ella. Por tal motivo, es más relevante que potenciemos las habilidades del pensamiento que hagan énfasis entre la distinción de un conocimiento verdadero de uno falso, que el abordaje de contenidos memorísticos. Estas distinciones entre el conocimiento científico, las creencias populares y la interacción de estas en su entorno, en últimas influirán en la toma de decisiones. Por lo tanto, dentro de las funciones que tenemos los docentes en el aula, está generar procesos en los cuales el estudiante adquiera los suficientes conocimientos científicos, promoviendo el razonamiento lógico y crítico, para que cada uno evalué la información presente en su contexto, y así pueda tomar decisiones.

No obstante, los modelos de enseñanza que aplicamos realmente en el aula están encaminados a replicar indistintamente, tanto el contenido estimado en las mallas curriculares, como el discurso del docente (Pozo y Gómez, 2006). Lo que impide el abordaje de situaciones de la vida real en las que se pueda tener un sentido crítico, creativo, comparativo y argumentativo sobre la información presentada como verídica. Además, el rol que desempeñamos como docentes en algunas ocasiones se encasilla en reproducir prácticas pedagógicas, sin contemplaciones ni metodologías alternas en la enseñanza y aprendizaje, restringiendo la posibilidad de que el estudiante cree un proceso de autoaprendizaje: de construir su conocimiento, de asumir el rol de investigador que le permitiría la búsqueda, la selección y el procesamiento de información. La fundamentación de elementos científicos o investigativos prevén en el estudiante, el planteamiento de soluciones a los problemas que presenta el docente en la clase.

Por otro lado, el abordaje de situaciones problemas presentes en nuestra propuesta de aula que se construye bajo los fundamentos del aprendizaje basado en problemas, de la indagación y de los proyectos pedagógicos, conduce al estudiante a seguir una serie de actividades con diferentes grados de dificultad de acuerdo con lo que hemos planificado. La consecución de actividades de una propuesta de aula idealmente debería integrar los contenidos del grado, las competencias del currículo, las necesidades e intereses de la institución, (Carrillo, 2001), que acorde a las habilidades que se promueven en el conocimiento científico por medio del método científico, le proporciona al estudiante destrezas para enfrentar el mundo real.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar una propuesta de aula que contribuya al desarrollo del pensamiento crítico a partir de la confrontación entre el conocimiento científico y las creencias de las pseudociencias.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las posturas que tienen los estudiantes sobre las ciencias.
- Identificar las posturas que tienen los estudiantes sobre las pseudociencias.
- Desarrollar actividades de aula que contribuyan al favorecimiento del pensamiento científico crítico, parar fortalecer la conceptualización de las ciencias.
- Proponer un proceso evaluativo, para evidenciar el grado de efectividad de las actividades propuestas.

CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Referente Teórico

Por lo general la enseñanza de las ciencias es transmitida a los estudiantes sin ser comprendida, sin ser interiorizada y sin darle un sentido o aplicabilidad al conocimiento en el diario vivir. Este tipo de enseñanza va en contra de lo que idealmente debería ser: una enseñanza donde comprendamos el conocimiento científico y lo apliquemos fuera del aula. Por su parte, Morín (2001) manifiesta que el entendimiento es el resultado de la necesidad de la explicación, en el que la interacción entre sujeto a sujeto origina la comprensión de su entorno.

Basado en lo anterior, el planteamiento de situaciones problema, en las que se confronte las ideas o creencias populares emergentes de teorías no aprobadas científicamente, se pueden integrar con el contexto y el conocimiento científico para que exista un catalizador de habilidades científicas en el estudiante. Esto a su vez, conlleva a una mejor interpretación de la vida a través de la ciencia y es, en palabras de Branda (2001), un valor agregado, puesto que se prima la exploración, la resolución y la intervención de los mismos estudiantes. Este camino describe cómo se logra en la práctica el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), cuyas bases se fundan bajo las tendencias de las pedagogías activas, en la que se expone un problema real -como la credibilidad de la homeopatía- y se relaciona con el conocimiento científico, estableciendo conexiones para abordarlo y solucionarlo. La comprensión y la participación del estudiante será de manera más autónoma, mientras el docente tendrá una participación más pasiva, tornándose su papel como el de facilitador del aprendizaje.

En el mismo sentido, integrar el contexto del estudiante, los problemas sociales actuales y sus posibles soluciones, puede llevarse a cabo con la implementación de una propuesta de trabajo en el aula que, implícitamente, fortalezca el pensamiento científico. Así, por medio de este se abre un espacio en el aula, que se enriquece con los aportes de los participantes en torno a un conocimiento, conectando la vida real con la vida en el aula. Es decir, combinar experiencias propias, saberes previamente adquiridos e incluso especulativos a futuro (González, 2001), que aportan al proceso de la enseñanza de las ciencias en la educación media.

Del mismo modo, al mencionar la propuesta de aula que se conforma con aspectos del proyecto pedagógico y la resolución de problemas, se resalta su papel de agente facilitador en el desarrollo del pensamiento científico. Específicamente, en su campo de acción, por integrar

los contenidos y las competencias del área, a través de las situaciones que rodean a la institución y a los estudiantes, donde la creatividad, la participación, el dialogo de saberes de los participantes, además de la toma de decisiones cobra mayor protagonismo. Mientras que ocasionalmente, casi estratégicamente, se recurre al saber del docente, (Carrillo, 2001).

Sin embargo, Restrepo (2002), opina sobre el cuidado que debemos tener los docentes dentro del aula al deconstruir y reconstruir nuestra praxis en las clases de ciencias: al variar esta por razones que no son propias de nosotros los docentes, en la que se incluye el interés, el ánimo o la utilidad de lo aprendido por el estudiante, puede provocarse una desarticulación del proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula si no se tiene la claridad del principal objetivo de la propuesta. Por tal razón, si planificamos una serie de actividades con las que conformamos el trabajo en el aula, estaríamos en la obligación de generar un espacio para la reflexión, que nos permitirá evaluar el camino que hemos recorrido o, en otras palabras, la forma cómo estamos procediendo en el aula. Porque si nos centramos en todo lo que nos manifiesta el estudiante, podríamos caer en errores que nos impiden el fortalecimiento de las ciencias y del pensamiento científico en la vida de los mismos estudiantes.

La sola implementación de una propuesta de aula cercana al estudiante no garantizará que en él se fundamente la participación ciudadana y el conocimiento científico crítico. La estimulación como la resolución de problemas o la toma de decisiones originará en los estudiantes una interacción, proposición y todo lo concerniente a un aprendizaje crítico, que tomará aspectos tanto de las experiencias exitosas, como de las no tan exitosas. Restrepo (2004) lo cataloga como un dialogo constante de la teoría con la práctica, que conlleva al conocimiento procedimental de la fundamentación teórica, que posteriormente servirá para la formación de estudiantes activos con inclinaciones a la participación en temas que tengan que ver con su entorno.

Por otro lado, Restrepo (2005) relaciona el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como una estrategia de aprendizaje por descubrimiento. Al construir el conocimiento desde la apropiación de contenidos que han sido analizados, sintetizados e incluso complementados por el estudiante. Esta estrategia es equiparable con el método científico por ser un compilado de pasos que suscitan la activación de procesos cognitivos: permitiendo la búsqueda de información, el planteamiento de conjeturas o hipótesis, el registro y la verificación de los datos, la reformulación de las conjeturas, para que se llegue a una o varias conclusiones y finalmente la divulgación del estudio realizado.

Para efectos de este trabajo y siendo consecuentes con la construcción de este, es importante pensar en evaluar de una manera diferente en la que, en términos de Hernández (2011), se suele caracterizar por un aprendizaje memorístico, con consecuencias negativas en el estudiante, al producirle un alto grado de presión, amenaza y angustia que afecta directamente la asimilación del conocimiento. En su lugar, deberíamos planear una herramienta de evaluación definida por una taxonomía de objetivos creados por las necesidades e intereses tanto generales como particulares de la propuesta diseñada para aplicar en el aula. Esto debido a que el uso de una metodología que contextualiza el entorno favorece las competencias argumentativas, prácticas, críticas y reflexivas propias del conocimiento científico, y además produce un diálogo constante entre los participantes.

Por lo tanto, partiendo de que la evaluación debe ser vista como un proceso graduado por el cumplimiento de objetivos que se han definido con base a un problema que debe ser resuelto por el estudiante. Al alcanzar cada objetivo trazado, se está garantizando la incorporación de nuevas experiencias, de nueva información y, por ende, nuevo conocimiento. Esta sucesión de logros influye en las estructuras mentales de los estudiantes, que para Agudelo y Estrada (2012) son consideraciones personales, por ser el aprendizaje un proceso subjetivo, que se amplía a medida que se adquiere experiencia y se confronta saberes, descartando la objetividad y la pasividad del proceso.

Por su parte, Bedoya, Bernaza y Rúa (2017), apoyan la idea de una evaluación que se ajuste a las exigencias de la sociedad, que valore aspectos cognitivos, al igual que los afectivos, que además de potencializar la enseñanza-aprendizaje de un saber específico, aporten a la formación de un sujeto con una participación activa en la sociedad. Estos mismos autores consideran que el aprendizaje debe influir en el estudiante, en el establecimiento de relaciones interpersonales, incluyendo el error como un acontecimiento natural de aprendizaje. El error proporciona la suficiente experiencia en el estudiante, para que este no vuelva a cometer fallas que pueden ser decisorias en una situación problema real.

La importancia de que en todo proceso de aprendizaje se evalué las aptitudes interpersonales de los estudiantes concernientes a la comunicación e interacción con sus compañeros, nos permite constatar el trabajo colaborativo entre los participantes (Rúa, Bernaza y Bedoya, 2017). El hecho de tener metas comunes hace fluir la comunicación, la concertación y el apoyo mutuo para responder oportunamente con las tareas asignadas. Además, un beneficio directo de esta propuesta sería la posibilidad de incursionar en una evaluación grupal

donde se presente la co- evaluación y auto- evaluación como instrumentos de verificación del trabajo realizado en el aula.

Para concluir este apartado, Muñoz (2018), considera que la formación critica del estudiante promueve la investigación en el aula, porque el estudiante se interesa en asuntos que le competen, llegando a estimular la búsqueda de información, la realización de análisis y la presentación de posibles respuestas a problemas inculcados en el aula. Esta formación también prepara al estudiante para defenderse de las múltiples situaciones que le puede llegar a pasar, dándole más relevancia al conocimiento científico que ha adquirido en el transcurso de su formación en la institución educativa, que en las creencias que circulan en los diferentes medios y que pueden interferir en la toma de decisiones que lo afecten directa o indirectamente.

2.1.1. Referente Disciplinar y/o Conceptual

Al trabajar en el salón de clases por competencias (pensamiento científico, indagación y toma de decisiones) concernientes a la enseñanza de las ciencias, se está fomentando en los estudiantes, la toma de consciencia del papel que ellos tienen dentro de la sociedad. Puesto que, al analizar situaciones económicas, políticas, ambientales, sociales, de salud, entre otras, se ve lo necesaria que es una formación integral, con la que el estudiante se fundamentará para dar una posible solución a problemáticas o tener un sentido crítico a lo que seguramente tendrá que afrontar. Ejemplo de ello es la excesiva sobreexposición de información referente a tratamientos o sustancias alternativas para tratar problemas de salud. Para evitar el engaño que en la mayoría de las veces giran en torno a estos tratamientos o sustancias, recurrimos a la ciencia que nos proporcionará elementos críticos para verificar su efectividad y a su vez, ver la verdad con la que se promocionan.

Ahora, cuando hablamos de la verdad, esta debe ser una representación imparcial de la realidad. Es decir, que no solo sea verdad en un momento dado, ni tampoco que esté sujeta a la posición del observador, sino que lo sea permanentemente. Es importante que tengamos consciencia de este factor, puesto que las vivencias y experiencias de una persona crean verdades subjetivas que, al contrastar con las de otras personas pueden originar un sesgo en la percepción de la realidad. Cuando la verdad se desliga de la vida propia, muestra una realidad objetiva, sin importar quién o desde dónde se observe, (Diez, 2017).

Por otro lado, la creencia puede ser denominada un estado mental, que depende del contenido conceptual, pasional y representacional que posea una persona, para entender o juzgar una situación en particular. Esta puede ser susceptible de ser verdadera o falsa, basándose en la definición clásica o tripartita, que la considera autentica cuando se analizan tres premisas o condiciones enmarcadas en: "(i) se cree que…; (ii) tiene una justificación adecuada en favor de la verdad…; (ii) es verdadera" (Defez, 2005, p. 200). Lo que quiere decir que la creencia es un conocimiento que aparte de ser justificable, debe estar orientado a la verdad para que sea reconocido y aceptado por la población en general.

Por lo tanto, bajo esta mirada de la verdad independiente del sujeto, se ha trabajo a lo largo de la historia en la producción de conocimiento: partiendo de la discusión, experimentación y concertación, se alcanza la credibilidad y la confiabilidad de las observaciones originadas. Dinámica que se vio reflejada desde la antigüedad, cuando las comunidades filosóficas se reunían en plazas para discutir los fenómenos que se presentan en la naturaleza. Entre ellos, el origen de la humanidad, cuyo promotor fue Pitágoras de Samos quien, por medio de la realización de ejercicios de pensamiento, como el de la pregunta y el saber desinteresado, indagó sobre el principio de la vida. Posteriormente, esta conducta llevó a Sócrates a filosofar en relación con la verdad de las cosas. Así mismo, Platón se basó en este método para inmiscuirse en la razón de las cosas, siendo la pregunta el origen del pensamiento, de la investigación científica y la reflexión filosófica, (Cifuentes, 2016).

No obstante, Aristóteles y sus tratados orientados a la inducción-deducción como métodos de fundamentación a sus concepciones u observaciones, son tomados como referente a la hora de producir conocimiento científico. Tanto la inducción como la deducción estimulan los procesos cognitivos e intelectuales de una persona, porque se fundan desde los principios universales, hasta las estimaciones particulares o de lo particular a lo universal como lo promovía este filósofo, (Mares, 2015). Estos tratados son los causantes del establecimiento de las teorías y leyes científicas, ya que se inicia con una simple observación de un fenómeno y termina en la formulación de los principios generales de una ciencia. Una muestra de ello son las observaciones de Isaac Newton al ver los objetos caer en línea vertical y sus posteriores postulados sobre las leyes gravitacionales.

Cómo se vio anteriormente, cuando hablamos de ciencias, debemos también mencionar su relación con la filosofía, puesto que en la construcción del conocimiento científico se lleva a cabo un ejercicio investigativo y/o de indagación. Pensamiento filosófico fundamentado por las

ideas de Karl Popper. Este autor veía la investigación como la oportunidad de esclarecer problemas mediante el planteamiento de suposiciones –hipótesis- que buscan dar solución a las dificultades. Y, que a través de la experimentación puedan ser comprobadas o confrontadas para ser consideradas como verdades científicas –promulgación- (citado por Cifuentes, (2016) de Suárez (2003)), lo que hace evidente el enlazamiento del pensamiento filosófico con la aplicación del método científico.

Aunque Karl Popper mencionaba a la pregunta como el principal insumo de la investigación, debemos revisar muy bien, tanto las hipótesis, como las conclusiones que resultan de esta, puesto que él consideraba que estas propuestas deberían ser sometidas al principio de falsabilidad, en la que se refuta la teoría con un contraejemplo. Si estas no son falsables, se pueden aceptar transitoriamente como una verdad científica, (Cifuentes, 2016). De este modo, tal principio garantiza que las premisas formuladas después de una experimentación se enfrentarán con sus contrapartes. Si bien es cierto que, posiblemente, no todas las teorías puedan ser verificables como lo sugiere el mismo Popper debido a la complejidad de algunas para el diseño de una contrapropuesta, si es necesario agotar todas las posibilidades para la búsqueda de una verdad científica.

Para Thomas Kuhn, las posesiones comunes de creencias, valores y técnicas de una disciplina en particular que comparten los miembros contemporáneos de una comunidad, son conocidas también como “paradigmas científicos”. Los paradigmas científicos son aceptados e incluso normalizados en los términos del cumplimiento de las leyes y teorías establecidas dentro del paradigma. Estos paradigmas pueden entrar en un estado de crisis cuando son incapaces de originar una explicación a un suceso emergente. Lo que, posiblemente impulse un cambio de paradigma (Marín, 2007), en el que existan nuevas percepciones y teorías sobre un suceso en especial. Algunos ejemplos de este planteamiento podrían ser la formulación de las leyes de Newton, las teorías de espacio y tiempo de Stephen Hawking, las triadas de Döbereiner, la clasificación de los elementos de la tabla periódica de Mendeléiev, entre otros, dando cuenta del cambio paradigmático.

Así mismo, este cambio paradigmático surge con la intención de darle una solución satisfactoria al problema sin resolver, siendo evidente que las teorías científicas no siempre tendrán una explicación justificada a todos los fenómenos. Lo que origina problemas denominados “anómalos” que requieren de nuevos planteamientos para entenderlos y explicarlos (Bird, 2013). No obstante, estas anomalías resultantes, dan la oportunidad de creer

en las primeras estimaciones que se promulgan en los diferentes medios, sin tener pruebas contundentes de lo que se comunica. Desafortunadamente se corre el riesgo de estar trasmitiendo de la anterior manera errores conceptuales, que carecen de ser demostrables y muchos de ellos falsables, que hacen parte de los engaños propios de las pseudociencias.

Ahora, si definimos la palabra pseudociencia, etimológicamente hablando observamos que proviene del vocablo griego “pseudo” que se traduce como falso, y al estar acompañado de la palabra ciencia, se sobreentiende que es una pobre copia de la ciencia original (Solbes, Palomar, y Domínguez, 2018). Lo que quiere decir que, pese a que toman ideas y teorías científicas para su propagación, tienen deficiencias en sus demostraciones y por lo tanto no dejan de ser simples especulaciones a comparación de las ciencias verdaderas. Siendo estas últimas reconocidas a nivel mundial por ser capaces de argumentarse desde lo racional y lo experimental, con un carácter social.

Por su parte, para Solbes, Palomar y Domínguez (2018), las pseudociencias tienen un amplio campo de acción que se puede clasificar en: clásicas o con el deseo de conocer el futuro, como lo son la astrología y el horóscopo; parapsicológicas, tales como telequinesis, telepatía, ubicación de objetos, etc.; existencia de otros seres vivos llamadas ufología y pseudo-arqueología; terapias alternativas, como la homeopatía, la acupuntura, el reiki, etc.; y hasta en el campo de presentación, por ejemplo, los artilugios de limpieza, de renovación espiritual, entre otros. Lo que deja entre ver que, prácticamente toda la población está expuesta, a este tipo de información. Y, si no poseemos un sentido crítico, de un fundamento teórico y lógico, podríamos ser seducidos por los engaños de estas propuestas mágicas.

En consecuencia, por el aumento de seguidores de estas creencias pseudocientíficas, tiene mayor relevancia la fundamentación del pensamiento crítico desde la enseñanza de las ciencias. Porque con el pensamiento crítico se promueve la capacidad de analizar hechos, seleccionar fuentes, generar síntesis de la información, plantear ideas y defenderlas desde lo racional, lógico y experimental, (Cabral, 2001). Familiarizar a los estudiantes con el método científico, es una forma de evitar que el estudiante crea fielmente en lo primero que se le expone. Por ejemplo, creer en los horóscopos que se encuentra en una de tantas revistas, la compra de cualquier producto que promueva adelgazar sin dietas o ejercicios; combatir la calvicie de una manera inexplicable desde el punto de vista científico, entre otros.

Por su parte, la formación en ciencias no solo implica el conocimiento de una disciplina, sino que orienta al estudiante a su autoformación, trayendo consigo la adición de valores éticos y

morales para la toma de decisiones, e identificación de falsedades que ocurren a su alrededor. Esto se debe, básicamente, a la articulación realizada entre las potencialidades de los estudiantes y de sus familias, y el fortalecimiento de las estrategias académicas para cultivar el pensamiento científico. De modo que, el conocimiento aportado desde la ciencia suscita una forma de vida, que suministra herramientas para tener una actitud y posición frente a los problemas, (Carmona, 2015).

A propósito de la importancia de relacionar el entorno con el estudiante, para Speroni, Koval y Galosi (2011), la teoría cobra mayor importancia en el estudiante cuando esta la contrasta con la realidad, en lugar de estar situada en el aula. Y nuevamente, vemos a la contextualización como el estímulo necesario para la apropiación de los contenidos de las ciencias, al ser el estudiante quien interviene en su entorno. Esta posibilidad le permite evaluar las decisiones que se han tomado para el beneficio propio o de una comunidad, y así mismo integra saberes de las ciencias para participar en la sociedad. Sin embargo, en ocasiones la ausencia de la apropiación de los estudiantes con su contexto genera una falta de identidad que compromete su intervención en la sociedad.

Esta dificultad mencionada en el párrafo anterior ha sido estudiada por Castro y Ramírez (2013), quienes ven que el deseo por conocer, la capacidad de asombro, el cuestionarse, criticar sucesos de la cotidianidad y argumentar científicamente, son acciones que en la educación colombiana son muy escasas, dificultando el abordaje del pensamiento científico en el aula. Más preocupante aún si se tiene en cuenta que, al finalizar la educación media, los estudiantes están a puertas de cumplir la mayoría de edad y por ello deberían ser conscientes de que pueden, por medio de sus decisiones, modificar aspectos de su cotidianidad.

Bajo esta mirada, vemos la importancia de la creación de una propuesta de trabajo en el aula, en el que el docente tome información de corte científico y la emplee en la explicación de sucesos de su entorno. Qué trae consigo algunas ventajas al docente, las cuales las podemos enmarcar en: el diseño, la pertinencia y el alcance de las actividades, puesto que es el docente quien regula las situaciones con las que el estudiante interactúa en la clase (Franco, 2015). De esta manera, se garantiza que el proceso de enseñanza y aprendizaje este siempre modulado por el docente.

En la misma línea de pensamiento, encontramos a Garógalo, Galagovsky y Alonso (2014), quienes creen que esta forma de trabajo crea en el estudiante un modelo mental con el que se explica cómo funciona el mundo real. No obstante, también mencionan que debemos diseñar

muy bien las actividades en las que se confrontan las teorías científicas con los argumentos, posiblemente falsables, de las pseudociencias, para evitar la creación de errores conceptuales desprovistos de fundamentos teóricos en los estudiantes. Es preciso que tomemos estas medidas en la mayor brevedad posible, ya que, de esta manera, podemos pensar en modificar la estructuración mental de los estudiantes desde que están jóvenes y se previene que caigan en los errores conceptuales mencionados. Esto con el fin de evitar que tengan, al culminar la etapa escolar, aprendizajes fragmentados y/o erróneos, que influirán en su forma de interactuar en la realidad.

Retomando una vez más las ventajas de involucrar la resolución de una situación problema en las clases de ciencias, nos enfatizamos esta vez, en cómo se lograría la asimilación de los elementos o fases del método científico en los estudiantes. Esta asimilación sería posible sí se promueve la realización de consultas para la formulación de hipótesis y posteriormente la verificación de estas. En otras palabras, unas actividades de activación del proceso de pensamiento del estudiante que, para Sierra, Rocha y Sánchez (2015), producen una dificultad cognoscitiva muy posible de resolver, recurriendo a la imaginación, a la reflexión y a la comunicación para la búsqueda de soluciones a la situación. Adicionalmente, de esta manera se fomenta otras habilidades del estudiante, como la proposición, el pensamiento creativo y crítico.

De igual manera, para Buitrago (2016), las competencias colombianas en ciencias deben ser abordadas desde procedimientos metodológicos y axiológicos que articulan tanto los contenidos, los estándares nacionales y el horizonte trazado por la institución de acuerdo con su Proyecto Educativo Institucional (PEI). Al mismo tiempo estos deben dar cuenta del cumplimiento de la norma presente en la Ley general de educación de 1994, puesto que se debe ver reflejado en los currículos y planes de estudio de institución para nutrir y orientar las planificaciones del cuerpo docente.

Para concluir, Hernández (2018) toma el papel del docente como un agente activo en el aula, que debe valerse de las herramientas tecnológicas y de los recursos disponibles para generar un proceso de enseñanza - aprendizaje eficaz, que logre alcanzar los objetivos pactados en el aula, que están apuntados al favorecimiento del pensamiento científico. El estudiante promedio está sumergido en un entorno donde se promueve un conocimiento abstracto de lo que realmente son las ciencias, y es ahí donde el docente entra a transformar

esa imagen tan alejada de la realidad, involucrando el contenido científico en la cotidianidad del estudiante.

2.1.2. Referente Legal o Normativo (Normograma)

Tabla 1. Normograma. *Fuente: Elaboración propia.*

Contexto	Referente	Concepto
Contexto Internacional	UNESCO	La educación debe promulgar la adquisición de competencias, tanto para la vida como para el trabajo, teniendo en cuenta el contexto y multiculturalidad de los estudiantes, a través de recursos didácticos que garanticen el aprendizaje (UNESCO, 2015).
	OCDE	La educación debe garantizar que los estudiantes tengan los medios para desarrollar sus habilidades a través de la comprensión de los conocimientos que se brindan en las instituciones educativas, para impactar positivamente en su aprendizaje (OCDE, 2019).
	IUPAC	La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), proporciona herramientas científicas que permiten abordar la educación desde la experiencia científica, para mejorar el bienestar de la humanidad (IUPAC, 2020).
Contexto Nacional	Ley nacional de educación	Conforme con la Ley nacional de educación (1994), se menciona los deberes y derechos que los colombianos poseen para acceder a la educación básica primaria, básica secundaría y educación superior. Por consiguiente, en los Artículos 23 y 29, habla de las áreas obligatorias y fundamentales, en las que se encuentran las ciencias naturales y la educación ambiental y la posibilidad de la profundización de la misma en la educación media, respectivamente en las instituciones del país, independientemente si se trata de educación rural o urbana (MEN, 1994).
	Lineamientos curriculares	Los lineamientos curriculares en ciencias naturales y educación ambiental son propuestos para orientar los

		fundamentos del área, como también comprender el papel que desempeñan en la formación integral de las personas, por medio de la valoración de la vida para la construcción del conocimiento científico (MEN, 1998).
	DBA	Los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), son los aprendizajes, conocimientos y habilidades que son abordados en el año escolar, sin tener necesariamente un orden específico, debido a su flexibilidad. Lo que posibilita su presencia en las planeaciones, estrategias y metodologías de los profesores (MEN, 2016).
	Decreto 1278	El estatuto de profesionalización docente decreta en el artículo 4, las funciones de los docentes, sobre los cuales recae la responsabilidad de realizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, por medio de una caracterización (diagnostico), programación, ejecución y evaluación de actividades en pro de la enseñanza de acuerdo con lo establecido en el proyecto educativo institucional. Así mismo en el artículo 5, menciona la formación, calificación y acompañamiento a los estudiantes por parte del docente (MEN, 2002).

2.1.3. Referente Espacial

El presente trabajo lo desarrollaremos con estudiantes de educación media, para el fortalecimiento de la enseñanza del pensamiento científico del área de ciencias naturales. Intervendremos por medio de una propuesta de aula, que confronta el conocimiento científico con las creencias pseudocientíficas. Lo llevaremos a cabo en la institución educativa Jorge Alberto Gómez Gómez, en la sede del corregimiento Santa Ana, en el municipio de Granada Antioquia, ubicado en el oriente antioqueño, a una distancia de 74,8 km de Medellín, capital del departamento.

El municipio de Granada se ha desarrollado en el medio de la ganadería y la agricultura, principalmente en el cultivo de la caña de azúcar, para la elaboración de panela, el cultivo de café, tubérculos, entre otros productos agrícolas. Su población ha sido golpeada por la

violencia en los años 90´s y principios del nuevo milenio. Sin embargo, a partir del año 2008, la población ha decidido regresar paulatinamente a su lugar de origen.

En el presente año, se está elaborando el plan educativo municipal, de la mano de la nueva administración, para trazar las metas a mediano y largo plazo. En la actualidad el plantel educativo cuenta con tres sedes rurales de acuerdo con la resolución de aprobación N° 127223 del 06 de octubre del 2014 (Universidad de Antioquia, 2014), que decreta la integración de las tres sedes con la modalidad de post primaria. Entre ellas está la sede a intervenir, la cual ofrece primaria multigrado y secundaria completa modalidad post primaria.

Esta sede está ubicada en el único corregimiento que tiene Granada, a 22 Km del casco urbano. Los estudiantes, jóvenes campesinos, se encuentran como máximo, a 3-5 Km de distancia de la institución. Allí se brinda educación formal presencial, con énfasis de media técnica del SENA.

El Proyecto Educativo Institucional concibe la formación integral humana en la búsqueda de una sana convivencia. En la que resalte la comunicación asertiva, la colaboración, el respeto y demás valores que reflejan un ambiente de armonía y de bienestar social.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque

La presente propuesta metodológica, la realizamos bajo un corte de investigación acción en el ámbito educativo, con inclinaciones a la recolección de datos a partir de un enfoque cualitativo. Para Restrepo (2002), este diseño metodológico enmarca al docente como un agente multifacético que se encarga de enseñar, de observar y de investigar en el aula. Además, se involucra profundamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y obtiene de primera mano la información necesaria para evaluar o criticar su práctica.

Desde esta perspectiva, la propuesta de trabajo que planteamos para fortalecer el pensamiento científico desde las creencias pseudocientíficas se basa en suministrarles a los estudiantes las suficientes herramientas para enfrentar, contrarrestar y evaluar la información presente en su entorno, apropiándose del método científico y aplicarlo en la mayoría de los sucesos. De esta manera, estaríamos fundamentando las habilidades del pensamiento que poseen los estudiantes para la creación de un juicio valorativo y critico ante una situación dada. Sin dejar de lado que, para lograr dicha finalidad, requerimos evaluar la práctica docente por medio de un ejercicio ininterrumpido de crítica y de reflexión, para medir su validez y efectividad.

Por otro parte, la crítica generada en la práctica docente y en el trabajo desarrollado por los estudiantes en el aula, idealmente se debería trasladar fuera de la misma. Ya que el estudiante, al ser un ciudadano inmerso en una sociedad cambiante, sería orientado (de acuerdo a los ejercicios de autocrítica en el aula) a reflexionar sobre sus necesidades y su forma de actuar. De esta manera, los resultados del ejercicio pueden aportar a la transformación social, lo que en principio se le otorga el nombre de paradigma socio-critico que se presenta fuera del aula. El paradigma que trabajamos reúne las consideraciones, los principios y los valores del estudiante para relacionarse con los demás participantes de una sociedad (Alvarado y García, 2008).

3.2. Método

La trasformación social que concibe la educación media depende de la forma como enseñemos el conocimiento en las aulas de clase y su aplicación al contexto del estudiante. Teniendo la claridad de que la teoría debería ir de la mano con la práctica, crear un vínculo entre el aprendizaje y su utilidad en la solución de problemas, además de la toma de

decisiones, que trae consigo una mayor participación ciudadana del estudiante. Por tal motivo, la educación está inmersa en el paradigma socio crítico, ya que le apuesta a un cambio, a través de la emancipación de las ideologías del ser humano. Cabe rescatar, que es importante que siempre tengamos como base los valores, intereses, saberes, análisis y la creación de juicios en la sociedad en la que se desenvuelve una persona, (Alvarado y García, 2008).

A partir de lo anterior, la reflexión de la práctica docente busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje para su posterior participación en la sociedad. Es necesario que le suministremos al estudiantado los suficientes fundamentos teórico-prácticos de lo que es la ciencia y de lo que son las creencias pseudocientíficas, para que exista una clara diferenciación de estas. Nuestro trabajo como docentes es la observación en el aula, para identificar las reacciones de los estudiantes cuando abordamos estos temas.

Posterior a la fundamentación y observación de las reacciones de los estudiantes sobre la concepción de las ciencias y las creencias pseudocientíficas, procedemos al diseño, el desarrollo e intervención de una propuesta de aula, en la que enfrentemos las posiciones de los estudiantes sobre estos dos campos, por medio de la reconstrucción de los conceptos. Entendiéndose este proceso como la reafirmación de los aspectos positivos de la práctica anterior y fortaleciendo los componentes débiles del mismo (Restrepo, 2004). Para llevar a cabo la práctica, sugerimos la construcción de dos discursos: uno basado en la evidencia científica y otro que se valga de varias herramientas para suplir la evidencia científica. Acto seguido, se asignarán roles para realizar este trabajo de manera colaborativa.

Finalmente, proponemos un proceso evaluativo de la práctica reconstruida, para ello se verificaremos el aprendizaje alcanzado de los estudiantes mediante un post-test, que medirá el éxito alcanzado de la secuencia de actividades. Además, el post-test tendrá las sugerencias y recomendaciones correspondientes a la metodología de trabajo realizado. Esto debido a que, como hemos mencionado anteriormente, es una propuesta que evalúa los objetivos alcanzados de cada actividad de acuerdo con las reflexiones que tendremos los docentes y, por lo tanto, se sobreentiende que la retroalimentación que se origine de esta práctica transformará permanentemente nuestra propuesta de trabajo.

3.3. Instrumentos de recolección de información

Para la recolección de datos, emplearemos fuentes primarias, como la observación que se registra en el diario de campo, la fundamentación de las áreas que se van a desarrollar a lo

largo de la práctica, para nutrir las futuras posturas de los estudiantes y así mismo, deconstruir la práctica docente. Esto lo compararemos con la información existente de las fuentes secundarias, que son una revisión de trabajos bibliográficos sobre la praxis en el aula, las concepciones de los docentes, al igual que las percepciones de los estudiantes sobre la ciencia y la pseudociencia. Finalmente, tomaremos algunas consideraciones de estos trabajos, para adaptarlos en la construcción de nuestra propuesta de aula.

Seguidamente, la recolección de la información suministrada por las fuentes primarias y secundarias, la ordenaremos y clasificaremos para diseñar la propuesta pedagógica, donde se promueve el enfrentamiento entre una pseudociencia -homeopatía- y el método científico, con la intensión de determinar el nivel argumentativo de los estudiantes respecto a estas dos áreas. Posteriormente, se incentivará a la creación de un movimiento de corte pseudocientífico que se medirá a los planteamientos de una teoría científica aceptada, procurando potencializar el pensamiento científico de los mismos.

3.4. Población y muestra

La intervención metodológica que llevaremos a cabo está orientada a los estudiantes de educación media de décimo y undécimo de la sede Santa Ana, de la Institución Educativa Jorge Alberto Gómez Gómez. Un grupo de 18 estudiantes en la modalidad de escuela nueva, entendiéndose esta modalidad como un espacio donde se encuentran los dos niveles al mismo tiempo (multigrado). Esto es debido a que la sede se ubica en un corregimiento del municipio de Granada Antioquia, que ha sido abatido por la violencia y el retorno de la población aún no es mayoritario, que se refleja en la totalidad de estudiantes de educación básica y media (62 estudiantes). Esta baja cantidad de estudiantes repercute en la contratación de más docentes de aula, según los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional.

3.5. Delimitación y alcance

Esta propuesta de trabajo en el aula tiene como finalidad potenciar el pensamiento científico de los estudiantes que cursan décimo y undécimo, por medio de la contextualización del conocimiento propio de la ciencia, como lo es la veracidad de la información presentada en diferentes medios de comunicación y la información que se presentan como científica. Con el objetivo de formar ciudadanos íntegros, preocupados por su entorno y su bienestar, además de aportar en su preparación para las pruebas de Estado y sus aspiraciones a acceder a la educación superior.

3.6. Cronograma

3.6.1. Planificación de actividades

Para el diseño de la propuesta de aula, elaboramos un cronograma de trabajo que a continuación se presenta:

Tabla 2. Programación de actividades. *Fuente: Elaboración propia.*

Fase	Objetivos	Actividades
1. Caracterización	Identificar las posturas que tienen los estudiantes sobre las ciencias.	1.1. Revisión bibliográfica sobre propuestas pedagógicas en el aula referentes a la ciencia y a la pseudociencia. 1.2. Diligenciamiento de un pre- test- 1.3. Fundamentación sobre qué es la ciencia y qué es la pseudociencia. 1.4. Confrontación del método científico y la homeopatía. 1.5. Observaciones de las clases. 1.6. Diligenciamiento de un cuestionario. 1.7. Reflexión de la actividad realizada.
2. Diseño	Identificar las posturas que tienen los estudiantes sobre las pseudociencias.	2.1. Tabulación y análisis de resultados de las actividades realizadas. 2.2. Diseño de actividades de la propuesta de aula. 2.3. Diseño y construcción de guías experimentales que relacionen la teoría con la práctica.
3. Intervención en el aula	Desarrollar actividades de aula que contribuyan al favorecimiento del pensamiento científico crítico, para fortalecer la conceptualización de las ciencias.	3.1. Fundamentación de la teoría atómica. 3.2. Realización de una práctica de laboratorio. 3.3. Conformación de grupos de trabajo y los roles concernientes al trabajo cooperativo. 3.4. Construcción de argumentos de los estudiantes apelando al conocimiento científico y las creencias pseudocientíficas.
4. Evaluación	Proponer un proceso evaluativo, para evidenciar el grado de efectividad de las actividades propuestas.	4.1. Confrontación de las posturas de los estudiantes. 4.2. Construcción y aplicación de un cuestionario. 4.3. Análisis de los resultados del cuestionario. 4.4. Elaboración y aplicación de un post- test. 4.5. Elaboración de las sugerencias entre estudiantes y docente de la propuesta. 4.6. Elaboración de recomendaciones para intervenciones futuras

3.6.2. Cronograma de actividades

Tabla 3. Cronograma de actividades. *Fuentes: Elaboración propia.*

Actividades	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Actividad 1.1.	X	X														
Actividad 1.2.		X														
Actividad 1.3.			X													
Actividad 1.4.			X	X												
Actividad 1.5.				X												
Actividad 1.6.				X												
Actividad 2.1.				X												
Actividad 2.2.					X											
Actividad 2.3.						X										
Actividad 3.1.							X									
Actividad 3.2.								X								
Actividad 3.3.									X	X	X					
Actividad 3.4.										X	X					
Actividad 4.1.												X				
Actividad 4.2.													X			
Actividad 4.3.													X			
Actividad 4.4.														X		
Actividad 4.5.															X	X

CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

4.1. Monografía de revisión bibliográfica sobre el desarrollo del pensamiento científico a partir de la confrontación de la ciencia y las creencias de las pseudociencias

Para el planteamiento de actividades que podamos realizar en el aula, es necesario revisar y analizar diferentes tipos de documentación que traten sobre el concepto de ciencia y de pseudociencia. A partir de estos podremos extraer elementos que aporten al diseño de la propuesta y por lo cual, a continuación, presentamos la siguiente clasificación:

4.1.1. Definición de las ciencias y las pseudociencias.

4.1.2. Desarrollo del pensamiento científico. Habilidades del estudiante.

4.1.3. Desarrollo del pensamiento científico. Reflexiones docentes.

4.1.1. Definición de las ciencias y las pseudociencias

- **Artículo:** The 10 Commandments of Helping Students Distinguish Science from Pseudoscience in Psychology.
- **Autor:** Scott Lilienfeld
  Año: 2005.
  Descripción

El artículo inicia con una serie de ejemplos en los que, estudiantes de psicología, citan algunas concepciones populares en torno a una clase teórica universitaria, sobresaliendo las afirmaciones de dudosa procedencia que las consideran válidas y competentes con el conocimiento científico. Ejemplos que para la mayoría de los docentes son irrelevantes porque consideran que pueden generar expectativas de credibilidad sin tener un sustento valido para ello.

Sin embargo, hay docentes quienes ven necesario el abordaje de las pseudociencias en las clases, para distinguir lo que se considera un pensamiento científico y lo que no. Algunos teóricos proclaman que, para que exista una comprensión eficaz de un constructo, se debe abordar su contraparte (Kelly, 1955, citado por Lilienfield,2005).

De igual manera, se refleja la importancia del abordaje de estas concepciones populares al fomentar el pensamiento crítico y científico, al establecer grupos de control que puedan contradecir los postulados de la creencia o sabiduría popular. Y basados en estos planteamientos, algunos profesores han realizado estudios sobre la enseñanza objetiva de las pseudociencias, comparándolas con las clases universitarias donde no las abordan. Esta comparación a determinado, que en las clases donde se tratan creencias pseudocientíficas de manera objetiva, los estudiantes poseen mayor nivel argumentativo al momento de contradecir creencias populares pseudocientíficas, que los estudiantes que reciben clases en las que no abordan estas creencias.

Ahora, para Lilienfeld (2005), es indispensable establecer unas sugerencias al momento de la enseñanza de las ciencias y las pseudociencias, enmarcándolas en los siguientes "mandamientos".

1. Delinearás las características que distinguen a la ciencia de la pseudociencia. Considerando estas últimas como toda argumentación basada en hipótesis, con un estancamiento intelectual que recurren a las pruebas anecdóticas para su fundamentación. Mientras que las ciencias no necesitan de ello por tener suficiente sustento teórico, práctico y a la vez verídico.
2. Distinguirás el escepticismo del cinismo. Estas dos definiciones deben ser diferenciadas de tal manera que los estudiantes sepan en qué momento es probable creer y en qué momento no se debe hacer.
3. Distinguirás el escepticismo metodológico del escepticismo filosófico. Cuando se promueven en los estudiantes un escepticismo respecto a las ciencias o pseudociencias, se genera un pensamiento crítico, donde se someta a las afirmaciones a un escrutinio objetivo, con el fin de distinguir las afirmaciones verdaderas de las falsas.
4. Distinguirás las afirmaciones pseudocientíficas, de las afirmaciones que son simplemente falsas. Es normal que entre los científicos se cometan errores como, por ejemplo, Isaac Newton creía y dedicaba una gran parte de su tiempo a la Alquimia, cuando sabemos que no era considerada como una ciencia. Lo que nos hace pensar que la diferencia entre la ciencia y la pseudociencia no radica en su contenido sino en su enfoque de evidencia. Como cuando se busca replicar una confirmación o buscar información contradictoria para reafirmar lo mencionado en las ciencias, pero esto no se presenta en las pseudociencias, que omiten buscar y contradecir sus postulados.

5. Distinguirás la ciencia de los científicos. El método científico tiene la posibilidad de tener un blanco o un grupo control que evita que los sesgos de los científicos influyan en los resultados, por lo cual se puede considerar que se evade la confirmación de los prejuicios de los mismos científicos.
6. Explicarás los fundamentos cognitivos de las creencias pseudocientíficas. Se destaca que todos somos propensos a las ilusiones cognitivas, que son tan convincentes que muy difícilmente las podemos contradecir.
7. Recordaras que las creencias pseudocientíficas cumplen importantes funciones motivacionales. Se evidencia que, algunos promulgadores de estas ciencias falsas frecuentemente realizan sus afirmaciones desde la esperanza y sorpresa de sus seguidores. De igual manera, se resalta que no debemos tener asombro cuando presentamos evidencias científicas que contradigan a las pseudociencias y el fiel seguidor se ponga a la defensiva. Lo que para Lilienfeld (2005) sugiere desmentir estas creencias en las clases, por medio de la amabilidad y el humor, para que los estudiantes no encasillen a las ciencias y a los docentes como cerrados y despectivos con sus creencias.
8. Expondrá a los estudiantes a ejemplos de buena ciencia, así como a ejemplos de pseudociencia. Se debe acompañar la desacreditación con las afirmaciones precisas, para que el estudiante cambie sus concepciones erróneas por un conocimiento legítimo. Para ello, es necesario que traigamos a nuestras clases eventos científicamente aprobados y que llamen la atención del estudiante, como los sueños lúcidos, imágenes eidéticas, percepción subliminal, entre otras, que confronten las falsedades que se promueven, ya que para conocer una verdad necesariamente se debe exponer a la falsedad (Gould 1996, citado por Lilienfeld, 2005).
9. Serás coherente con los estándares intelectuales de cada uno. Una persona se puede respaldar de una amplia evidencia de estudios previos, una literatura de investigación que avale sus planteamientos, pero al mismo tiempo descarta la idea de que existan otros estudios que contraponen sus ideas, también con suficiente evidencia que los respalda. Lo que demuestra que debemos ser objetivos al momento de enseñar o aplicar conocimientos científicos, ya que hay que permanecer abiertos a la evidencia que desafía nuestras ideas.
10. Distinguirás las afirmaciones pseudocientíficas de las afirmaciones religiosas puramente metafísicas. Se plantea que, a pesar de que la religión no se puede comprobar desde el

campo científico su validez, existen algunas nuevas corrientes de la misma que pueden caber en el ámbito de lo racional.

Reflexión

Luego de hacer una lectura cuidadosa de “los diez mandamientos” que propone Lilienfeld, reafirmamos la idea de tener claridad en cómo se define la ciencia y cómo se conoce una pseudociencia. También de adoptar sus sugerencias en las diferentes áreas del saber, puesto que este autor hace una ruta de acción para diferenciar estos dos campos, formulando preguntas que aportan a la distinción entre una creencia con fundamento científico frente a otra que no lo tiene. Además, se puede garantizar la objetividad de la deslegitimación de las pseudociencias a partir de las evidencias científicas que se crean de acuerdo a la experimentación y falsabilidad de los planteamientos.

- **Artículo:** Ciencia, pseudociencia y la revista de la AEN.
  Autor: Álvaro Múzquiz.
  Año: 2019.
  Descripción

El gobierno español declara en el 2018 un plan de protección de la salud de las personas frente a las pseudoterapias, en el que se presenta un listado de las principales terapias que hacen parte de las pseudociencias que atentan contra la integridad de las personas. En el 2019, los Ministerios de Sanidad y Ciencia, publican un listado de 73 pseudociencias identificadas y otras 66 en estudio, que no posean una literatura científica que hable de ellas o que, si la tienen, el estudio no es serio ni fiable. Los Ministerios realizaron una definición de las mismas, siendo esta como “la sustancia, el producto, la actividad o el servicio con pretendida finalidad sanitaria que no tenga soporte en el conocimiento científico ni evidencia científica que avale su eficacia y seguridad” (Múzquiz, 2019, p. 3).

Ante esta declaración, se descarta la idea de que los tratamientos de psiquiatría biológica y los psicofármacos sean vistos como pseudoterapias, porque tienen un soporte científico que habla por ellos, pero deja la sensación que al experimentar en un campo psicológico se corre el riesgo de tornarse de manera subjetiva. Siendo tema de discusión entre los académicos que se empeñan en confrontar la ciencia restringida, con la ciencia positiva (sin condiciones para ser demostrable y sin darle mayor relevancia a los análisis históricos y filosóficos).

Reflexión

En el campo de las ciencias existe una gran cantidad de estudios, teorías y experiencias que dan cuenta de la fiabilidad de esta. Por lo cual podemos considerar que, para que exista un campo científico emergente, este debe cumplir a cabalidad con las anteriores condiciones. Sin tener en cuenta que en algunos casos se presentan limitaciones, como sucede con las terapias de psiquiatría biológica y la psicofarmacología, siendo señaladas como ramas de las ciencias, carentes de evidencia científica.

Por otro lado, el abordaje de la regulación gubernamental que tiene este país contra las pseudociencias garantiza de cierto modo la identificación de estas falsas ciencias que pueden llegar a desencadenar consecuencias negativas, no solo en el ámbito de la salud, sino también en el bienestar social. Es importante que destaquemos la confiabilidad de las ciencias constituidas (medicina, física, química, psicología, etc.) que tienen sus cimientos en un cuerpo teórico y práctico que las avale, permitiendo crear políticas públicas que estén orientadas a su veeduría.

No obstante, el surgimiento de políticas que regulen los diferentes movimientos, productos y creencias son directamente establecidas por los intereses de una nación, estando lejos de ser una propuesta internacional que cubra y regule a aquellos países donde no se tiene una noción de ciencia estructura. Esto expone a las regiones a la proliferación constante de pseudociencias a la ciudadanía en general, llegando incluso a exponerlos a una irremediable afectación en diferentes aspectos.

4.1.2. Desarrollo del pensamiento científico. Habilidades del estudiante

- **Artículo:** Enseñar a pensar, crear, actuar y construir críticamente: desde el desarrollo del pensamiento crítico escolar y la enseñanza para la comprensión.
- **Autor:** Iris García.
  Año: 2017.
  Descripción

La investigación realizada tiene como propósito fomentar el pensamiento científico escolar en los estudiantes de grado sexto y octavo, por medio de la apropiación de los conocimientos científicos presentados como conceptos de articulación con su entorno. De esta manera se pretende lograr un entendimiento de los acontecimientos para que el estudiante sepa cómo

intervenir en su contexto. Para lograrlo, el desarrollo de la investigación se orientó a la enseñanza para la comprensión, el uso de rutinas del pensamiento y las rúbricas de evaluación continua.

Posteriormente, la autora se centra en descubrir cuál es la intención de la enseñanza de las ciencias, haciendo énfasis en la importancia de que esta deba situarse al alcance de toda la población para generar una mejor democracia. Siendo el pensamiento crítico un agente dinamizador que promueve el surgimiento de ideas o propuestas que incidan en la realidad, además de preparar al ciudadano del común para resolver problemas de su cotidianidad. Lo que, para García (2017), relaciona a la enseñanza de la ciencia, como una actividad humana y social.

Seguidamente, en el documento se exponen las rutinas de pensamiento como un medio para la estructuración de las discusiones en el aula: la observación, la interpretación, el análisis y la formulación de preguntas son parte de un esquema que promueve en el estudiante la participación y la apropiación del conocimiento científico. Al finalizar la descripción de estas rutinas de pensamiento, se procede a definir las rúbricas de valoración, con las que, junto con los diarios de campo, se pueden recolectar las apreciaciones de los estudiantes sobre situaciones que deban hacer, como también proponer soluciones a los problemas, reconociendo que estos pueden presentarse en la vida real.

Reflexión

La finalidad del anterior trabajo es ver el grado de fortalecimiento del pensamiento científico de los estudiantes por medio de una serie de actividades orientadas a las rutinas del pensamiento, que permitirían valorar los niveles del pensamiento científico. Estos niveles son, para García (2017). integrados por: la creatividad, el pensamiento crítico, la proactividad, la toma de decisiones, el trabajo en equipo y el comportamiento autorregulado.

Observados estos resultados, se aprecia que, dentro de los niveles de pensamiento científico, el nivel que debería tener mejores resultados es el pensamiento crítico, debido a su gran importancia en la formación de un estudiante que interactúe con su medio y genere opiniones argumentadas desde una fundamentación científica. No obstante, al constatar los resultados individuales de los niveles del pensamiento científico, se observan unas puntuaciones bajas respecto a sus similares como el trabajo en equipo, el comportamiento autorregulado y la toma de decisiones. Aunque estos niveles hacen parte del mismo

pensamiento científico, es necesario que recalquemos la importancia de tener un criterio propio sobre lo que se considera pertinente o no en una situación dada, característica fundamental de un nivel de pensamiento crítico.

- **Artículo:** Desarrollo de habilidades en pensamiento crítico y científico mediante representaciones iconográficas.
- **Autor:** Julio Estupiñán.
  Año: 2019.
  Descripción

Para abordar el pensamiento científico en los estudiantes de educación básica, en el trabajo se explora la relación de la imagen como instrumento crítico, que promueve las habilidades cognitivas-lingüísticas, que trae consigo el cambio conceptual desde el diálogo de las partes. Así mismo, Estupiñán (2019) describe que esta estrategia de enseñanza es ideal al momento de alfabetizar a la población estudiantil, ya que se hace un reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes, que por lo general son olvidadas por ser de carácter implícito o son dispuestas en medios no verbales. Un tipo de información que, al no ser percibida, no será aprovechada en la enseñanza de las ciencias, descartando su relevancia significativa en el aprendizaje del estudiante.

Es así como la iconografía es una herramienta de aprendizaje que ofrece un proceso mental de argumentaciones naturales: en primera instancia permite identificar las concepciones que el estudiante tenga o incluso las connotaciones, estilos y suposiciones que prevalezcan en él, en segunda instancia, se enlaza con los nuevos conceptos propios de un saber. Siendo la contrastación y la generación de conflictos cognitivos los causantes de facilitar o inhibir el desarrollo del pensamiento científico.

Dentro de los momentos de la aplicación de la estrategia está el dibujo analítico, que explora las concepciones de los estudiantes, y el autor la cataloga como un estado de reconocimiento de elementos para la construcción de significados. Posterior a este, el paso a seguir es el análisis que se realiza durante la revisión de los dibujos que, junto a la confrontación de significados, da inicio a cuestionarse sobre la validez de las iconografías para que finalmente se llegue a la resignificación de los conceptos o de trasposición mental, al existir mayor justificación de los conceptos nuevos que los que se tenía inicialmente.

Reflexión

Estupiñán (2019) plantea el cambio conceptual, por medio de una iconografía que promueva el pensamiento científico en los estudiantes. Recurre a analogías que en lo personal vemos que, se deben saber manejar en las clases y fuera de las mismas cuando se relaciona con conocimientos científicos. Hemos visto que al analizar situaciones donde se involucre imágenes como representaciones del ser con su contexto, en muchas ocasiones son empleadas para transmitir falsas informaciones con intereses particulares y, por ende, entorpecen el favorecimiento del pensamiento científico. Tal como es el caso de las creencias pseudocientíficas que se dedican a “leer imágenes” (las cartas astrales, por ejemplo), que se empeñan de trasponer sus concepciones por medio de sobrias argumentaciones con la intención de demostrarles a sus seguidores una falsa validez.

Desde esta mirada, vemos la necesidad de ampliar la enseñanza del pensamiento científico a toda la ciudadanía desde la educación inicial básica, hasta la media y superior, para que el ciudadano del común diferencie en qué tipo de argumentos se puede confiar y en cuales no, a través de la iconografía como un medio de movilizador de ideas y argumentos científicos. Es importante que tengamos en cuenta la existencia de significados muy arraigados al individuo que por más argumentaciones que existan, no dejan de ser parte de su expresión. Hecho que lo podemos combatir por el empleo del método científico, el cual tiene un soporte experiencial que puede servir para que el estudiante lo apropie y lo utilice en la resignificación de conceptos.

- **Trabajo de grado:** La homeopatía: Análisis de una controversia socio-científica.
- **Autora:** Júlia Martínez.
  Año: 2019.
  Descripción

En el desarrollo del trabajo, apreciamos el papel que desempeña una controversia que involucra los ámbitos científicos y sociales, tomando como punto de partida una pseudociencia como la homeopatía que, por tradición, es vista como una alternativa a los tratamientos terapéuticos. Martínez (2019) precisa la influencia de esta pseudociencia a nivel histórico y cómo puede tener una relación con la definición de controversia. La controversia ha estado presente desde los tiempos de Thomas Kuhn, hasta las épocas de ciencia, tecnología y sociedad. Concepto en el que se reúne la reflexión, la confrontación y la argumentación, como elementos de concertación entre los participantes.

Después de acentuar los referentes históricos, además de los componentes conceptuales de la controversia, en el documento distinguen las materias primas con las que se compone una

sustancia homeopática, que puede ser de origen animal, vegetal, mineral o sintético. Definiendo la materia prima a trabajar, se suele diluir en una disolución hidro-alcohólica, a una proporción o relación de 1:99. Luego se extrae una parte de esta y se vuelve a diluir las veces necesarias, apelando a la memoria del agua para que toda la disolución adquiera los beneficios curativos de la materia prima. Por otro lado, la autora plantea que para que exista algún efecto en la persona que padece una enfermedad, se requiere de la autogestión del paciente, donde entra en juego el efecto placebo. Éste consiste en que el paciente sea optimista y consciente de que, al tomar el producto homeopático, este realizará el efecto esperado, aunque no haya una explicación científica para ello.

Finalmente se concluye el trabajo, planteando si es posible ver la homeopatía como una ciencia o como una pseudociencia, teniendo en cuenta que esta distinción puede influir en la toma de decisiones de la población en general con sus posibles repercusiones. También resalta la controversia que se crea en este sentido como una forma de generar muchas preguntas al respecto, hasta tal punto de no tener una respuesta que prevalezca y sea decisoria.

Reflexión

El trabajo presenta un recorrido histórico en el que la homeopatía ha estado permanentemente presente en la sociedad. Así mismo, se introduce al lector en las diferentes formas en las que la homeopatía deja de presentarse como una pseudociencia, para convertirse en una ciencia, pasando por alto la existencia de estudios que contradicen sus fundamentos referentes a la instrumentación empleada, como por ejemplo la excesiva dilución de materias primas para obtener los efectos místicos deseados. De igual manera, Martínez define los aspectos a tener en cuenta para tomar la homeopatía o incluso cualquier otra pseudociencia como un instrumento de enseñanza por la generación de controversias que contienen críticas, análisis de situaciones o de información que fomentan en el estudiante una postura en la sociedad.

Por otro lado, al documentarse de todo lo que implica la verificación de una ciencia o una pseudociencia por parte del estudiantado, podríamos promover en ellos la adquisición de herramientas de comprensión, comparación y análisis. La utilización de estas herramientas puede hacer posible el escepticismo de la información y, por ende, se genere el cuestionamiento de todo lo que se le expone en los diferentes medios de comunicación.

4.1.3. Desarrollo del pensamiento científico. Reflexiones docentes

- **Artículo:** Enseñanza para el desarrollo del pensamiento científico desde la escuela.
- **Autora:** Claudia Carrillo.

  Año: 2012.

  Descripción

El trabajo se orienta en identificar cómo los docentes promueven el pensamiento científico en sus estudiantes y al mismo tiempo, se caracteriza la producción del saber científico que estos realizan en el aula, por medio de los procesos reflexivos que surgen desde la práctica. Para ello, se reconoce la importancia de la apropiación del mundo escolar que los docentes debemos hacer para generar un ambiente de aprendizaje donde los estudiantes incluyan la autonomía, el desarrollo del pensamiento crítico y la objetividad. Por otro lado, Carillo (2012) propone la incorporación de unos atributos en las clases para fomentar el pensamiento científico, siendo estos, la actitud, la autoevaluación, la argumentación, la experimentación, entre otros aspectos claves para la creación de procesos mentales en el aula.

En cuanto a la metodología implementada en el trabajo, se realizaron etapas de divulgación, de selección y de trabajo. Inicialmente, se realizó una convocatoria de experiencias en el aula, por parte del Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP). Para la selección de las experiencias más relevantes, se tuvo en cuenta la fundamentación teórica, los diferentes procesos llevados a cabo, además de los avances y finalidades que los docentes determinaron antes de iniciar el trabajo. Escogidas las experiencias se procedió a realizarse encuentros presenciales y virtuales donde se presentaban las pautas para tomar esas experiencias innovadoras en el aula, referentes al pensamiento científico y orientadas a la construcción de material didáctico que está disponible de manera física y virtual.

Reflexión

Es pertinente convocar y analizar las experiencias de los docentes en el aula que trabajen el pensamiento científico. Con la intención de determinar cómo los educadores están realizando el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, teniendo como eje transversal el desarrollo del pensamiento científico. Entendiéndose este último como los procesos mentales que llevan al estudiante a extraer el conocimiento científico aprendido en las clases de ciencias y aplicarlo en la reflexión, argumentación y proposición de soluciones ante una situación

determinada. Evitando una simple recolección de conceptos científicos que no inciden significativamente en la búsqueda de una solución a un problema emergente, (Carillo, 2012).

No obstante, es importante que aclaremos que, entre los trabajos recolectados, se encontró ausencia de reflexiones pedagógicas que, en últimas, son las causantes del mejoramiento de la práctica docente. En cambio, se repite indistintamente la descripción de la manera como se realizó la clase, sin tener en cuenta los procesos reflexivos que se solicitaba en el ejercicio, siendo evidente que en algunos docentes no hay claridad en qué es un proceso reflexivo. Este suceso es contradictorio, y perpetúa la idea de la enseñanza como un proceso unidireccional, impidiendo la posibilidad de que haya lugar a la reflexión y a la crítica, elementos indispensables para ejercitar el pensamiento científico.

- **Artículo:** La pseudociencia y el poder de los medios de comunicación. La problemática ausencia de bases teóricas para afrontar el fenómeno.
- **Autor(es):** Felipe Alonso y Sergi Cortiñas.
  Año: 2014.
  Descripción

El artículo presenta un señalamiento de cómo la influencia de la pseudociencia perjudica el conocimiento de los ciudadanos, al entorpecer y empobrecer la percepción que se tiene de la ciencia. Al ser esta desvirtuada de la verdad, fundamentándose o enriqueciéndose de la complejidad e incertidumbre que se maneja en la sociedad. Del mismo modo, los medios de comunicación tienen la capacidad de normalizar las opiniones y conductas que perjudican la difusión del conocimiento científico. Lo que conlleva a una serie de peligros derivados de la pseudociencia, que en la mayoría de los casos atentan tanto al patrimonio como la salud de los ciudadanos.

Para evitar que la información que presenta los diferentes medios de comunicación influya en la toma de decisiones de la ciudadanía, en el artículo se presenta a la epistemología de la ciencia como la manera más adecuada de contrarrestar esta problemática. Una enseñanza basada en la epistemología permite fundamentar al ciudadano promedio del cómo y el por qué se origina la ciencia, sin darle paso a la ambigüedad. Por su parte Alonzo y Cortiñas (2014), plantean una reflexión que trascienda los ámbitos comunicativos, epistemológicos de la ciencia y la deontología periodística, para que el ciudadano tenga la habilidad de analizar y plantear cuestionamientos de lo que percibe en los medios de comunicación.

Reflexión

Si partimos de la idea de que la información emitida por los medios de comunicación no siempre es verídica ni avalada por la comunidad científica, evidenciamos cómo la ciudadanía está sometida a una realidad donde constantemente fluye información sin su respectiva verificación. Situación que trae consigo un peligroso horizonte si se involucra la salud de la población, porque desconocemos los alcances negativos que se podrían originar por una carencia del conocimiento científico.

A pesar de que existe un riesgo en la población como se mencionó anteriormente, las entidades gubernamentales no se preocupan por buscar una solución a ello y en cambio, dejan esa responsabilidad al quehacer del docente en el aula. Esta responsabilidad asignada al docente se justifica por su influencia en desvirtuar la legitimidad de la información en la población estudiantil. Para Alonso y Cortiñas (2014), tal influencia representa una ventaja, al abrirle al docente la oportunidad de evaluar la veracidad, el grado de libertad y la responsabilidad social de los medios que emiten información aparentemente científica. Si no hay distinción entre información verdadera desde el punto de vista científico, de la falsa, en muchas ocasiones confundirá al espectador. Cabe recordar que una de las características principales de las pseudociencias es apoderarse del reconocimiento que posee una ciencia constituida, sin tener los soportes que la justifiquen.

4.2. Diseño de la propuesta de aula

El diseño de la propuesta de aula para fomentar el pensamiento científico de los estudiantes de educación media surge con la intención de mejorar la comprensión de la ciencia y su relación directa con la sociedad. Preparar al estudiante para interpretar los diferentes fenómenos que acontecen en su entorno desde una fundamentación científica (Caamaño, 2003). Y al mismo tiempo, brindarles las suficientes bases críticas y analíticas para que sean capaces de tomar decisiones frente a situaciones donde se involucre la creencia popular y los conocimientos científicos.

Por lo anterior, la presente propuesta la dividimos en dos momentos. En ellos invitamos al estudiante a realizar una secuencia de actividades que le permitirá explorar los componentes del método científico, para usarlos a consideración cuando se presenta información como si esta fuera científica. Con esto se le permitirá indagar la forma como se propaga o divulga la información; proponer una solución a esas necesidades de enseñanza-aprendizaje, que se

hacen notorias al tratar temáticas de tipo pseudocientífico; y de promover en el estudiante la toma de decisiones.

4.2.1. Primer momento

El objetivo de este momento es el reconocimiento de la ciencia en la vida cotidiana de los estudiantes, por medio de la apropiación del método científico. Al existir un amplio soporte bibliográfico del método científico se podrá contrastar la información que expone una pseudociencia, como la homeopatía. Esta confrontación permitirá comparar los componentes teóricos de la homeopatía, cuya finalidad es gozar de un reconocimiento propio de la ciencia sin tenerlo, con las etapas o fases del método científico que han sido constatadas y revalidadas a lo largo del tiempo.

4.2.2. Segundo momento

Para darle continuidad al primer momento, en que se apropia el método científico y se caracteriza los elementos de las pseudociencias, en este segundo momento se tendrá como objetivo la toma de decisiones por parte de los estudiantes. Analizar el enfrentamiento entre los argumentos que sostiene un postulado científicamente aprobado, como lo es la teoría atómica, con los argumentos que posee un movimiento pseudocientífico, creado en la clase de ciencias denominado anti atomista. Este último surge con la intensión de motivar al estudiante para que consulte información, compare postulados, diseñe estrategias y defienda sus ideas que convenzan a sus compañeros, quienes serán los que decidirán quien tiene mayor poder de convencimiento.

4.3. Descripción de las actividades

4.3.1. Actividades para el primer momento: Homeopatía Vs Conocimiento Científico

Antes de la descripción de las actividades propuestas para el enfrentamiento de los fundamentos teóricos de la homeopatía, contra los fundamentos teóricos del conocimiento científico, se presenta un listado de la intencionalidad de cada actividad:

Actividad 1. Pre- test de ciencia y pseudociencia.
Actividad 2. Definición de creencia popular y método científico.
Actividad 3. La homeopatía como pseudociencia y conformación de grupos de trabajo.

Actividad 4. Presentación de los grupos de trabajo conformados, en los cuales se enfrenta el método científico y la homeopatía.
Actividad 5. Diligenciamiento de un cuestionario sobre el grado de afinidad de la ciencia y la pseudociencia, además de la reflexión del docente.

Actividad 1. ***El objetivo del siguiente test es identificar el nivel de aceptación de la ciencia como de la pseudociencia.***

Comprueba tus conocimientos

Estudian: _____ Grado: _____ Fecha: _____
A continuación, encontrarás una serie de preguntas destinadas a conocer tu opinión sobre qué es la ciencia y qué es la pseudociencia. Es importante que respondas con la mayor sinceridad posible.

1. **¿Qué entiendes por ciencia?**

2. **¿Cuál crees que sea la finalidad de la ciencia?**

3. **¿Cómo podemos evidenciar la ciencia en nuestro entorno?**

4. **¿Qué entiendes por pseudociencia?**

5. **La pseudociencia está en nuestro entorno, ¿Sabes cómo se podría identificar?**

6. **¿Sabes la diferencia entre pseudociencia y ciencia? ¿Cuál es?**

7. **¿Cuál sería la importancia de diferenciar la ciencia y la pseudociencia?**

Actividad 2. ***El objetivo de la siguiente lectura es definir qué es una creencia popular, su relación con la pseudociencia y cuáles son las fases del método científico.***

La creencia popular y el método científico

La creencia popular se caracteriza por ser un conjunto de información tradicional que se propaga rápidamente en la comunidad, sin tener un fundamento investigativo o científico que nos permita establecer una aceptación total de lo que se promulga. Siendo las pseudociencias un fiel ejemplo de estas, porque carecen de un sustento demostrable y, en

cambio, difunden muchos beneficios con un origen desconocido, centrándose en el campo económico, espiritual, actitudinal y medicinal.

Ahora bien, si nos fijamos en un campo pseudocientífico donde se pone en “juego” la salud de las personas, las consecuencias serían irreparables. Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario que nos enfoquemos en las fases del método científico para tomarlas como instrumento de comparación y de análisis de las pseudociencias. Esto nos permitirá hacer un seguimiento y al mismo tiempo, generar una señal de precaución para saber cuándo es el mejor momento de intervenir en una situación, antes que sea demasiado tarde. A continuación, presentamos una breve descripción del método científico:

El método científico es por ley la herramienta de confiabilidad de un científico, de un maestro de ciencias y de una comunidad científica, para darle el reconocimiento que se merece a una investigación en el área, constando de las siguientes fases:

Observación: Es un modelo de representación de los hechos observados, en otras palabras, es una descripción de los sucesos.

Hipótesis: Son explicaciones tentativas del suceso observado, se construyen de manera propositiva, es decir, que estas formulaciones no poseen una total validez hasta que las comprobemos. La validación nos permite reafirmar, descartar o modificar las hipótesis formuladas.

Experimentación: Es la realización de un seguimiento que nos permitirá comprobar la o las hipótesis formuladas, consta del **registro de información o datos**, para asegurarnos de que se obtiene una experimentación confiable debido a su **reproducibilidad**. También consta de la selección de la **muestra**, que es una porción representativa para realizar el experimento, por ejemplo, una muestra representativa de un recipiente que contiene 2000 g de sal es tomar 5.0 g de sal. De esta manera se podrá analizar una gran cantidad por medio de una pequeña muestra. Del mismo modo, podemos registrar los datos las veces necesarias, para confirmar o modificar las hipótesis de acuerdo con lo obtenido.

Conclusiones y Teorías: Es la finalidad de la realización de la experimentación, al confirmar o no la hipótesis inicial, si esta es verificada y valida, es posible que se esté generando una teoría. Si, por el contrario, no se obtiene una verificación de la hipótesis, sino se generan más inquietudes, o se refuta, se tiene una argumentación basada en la experimentación y el análisis para su no validación.

Tomado y modificado de Deiana, Granados y Sardella (2018)

Actividad 3. ***Se hace la presentación de la pseudociencia que se va abordar durante esta parte del trabajo, para formar grupos donde se analicen el lenguaje científico, la veracidad y confiabilidad de la pseudociencia seleccionada. Además de examinar cómo se propaga la información en los medios de comunicación masiva.***

1. Leer la siguiente definición de la homeopatía.

La homeopatía:

Etimológicamente hablando viene del griego ornals (igual) y pathos (sentimientos), es un sistema terapéutico que consiste en administrar sustancias de origen natural o sintético, en dosis infinitesimales y que, en un sujeto sano, producirá los mismos síntomas que la enfermedad trata (efecto paradojo). Cada tratamiento exige una individualización del paciente, que se traduce en suministrar una dosis personal a cada enfermo. Esta dosis es producto de múltiples diluciones, que difieren del efecto placebo (estimulación psicológica, inducida por la administración de una sustancia inerte).

Orígenes:

Los medicamentos homeopáticos provienen generalmente de extractos vegetales. Entre ellos, la Amia y la Belladonna, de igual forma también provienen de minerales como la pirita, e incluso de aceites animales como el de las abejas. Sin embargo, existen algunos medicamentos homeopáticos de origen sintético.

Tomado y modificado de Avello, Avendaño y Mennickent (2009)

2. De acuerdo con las dos lecturas realizadas en clase (creencia popular y método científico; definición y origen de las pseudociencias), se organizarán tres grupos de estudiantes teniendo en cuenta las siguientes premisas:

“Todos los productos homeopáticos que tratan la alopecia pueden ser totalmente efectivos siempre y cuando, tengan en su composición materia prima de origen natural. Como el dipéptido L-carnosina presente en el tejido muscular, o la moringa que pertenece al reino vegetal.”

“No existe en la actualidad una teoría satisfactoria que explique el mecanismo de acción de los medicamentos, productos o sustancias homeopáticas. No obstante, numerosas personas han manifestado su acción milagrosa al combatir sus males.”

3. Los roles que desempeñan cada grupo de estudiantes y las actividades asignadas son:

Grupo 1. Team homeópata

- Buscar testimonios de personas que hayan utilizado productos homeopáticos para la alopecia y que tengan entre su composición la L-carnosina, la moringa o cualquier otra sustancia de origen natural. Describir la experiencia durante el uso del producto, respondiendo a preguntas como, ¿Funcionó el producto? ¿Los efectos son perdurables? ¿Existen efectos secundarios?

  Nota: Estos testimonios pueden ser consultados en comerciales de televisión, avisos de periódico, vídeos de internet, entre otros.
- Identificar las palabras o frases con las que usualmente se motiva a los espectadores a adquirir el producto, por medio de los testimonios de las personas y de la forma de propagación en los medios de comunicación.
- Redactar un discurso donde involucren las palabras encontradas y al mismo tiempo, promuevan el uso de estos productos con el objetivo de persuadir a sus compañeros a adquirir el producto.

Grupo 2. Team científico

- Consultar estudios avalados por la comunidad científica donde se ve presente el método científico, para comprobar o no la efectividad de la homeopatía para el tratamiento de la alopecia.
- Proponer una demostración donde se trabaje la dilución a gran escala, para simular el tratamiento de los componentes, ingredientes o materias primas que componen los productos homeopáticos. Hacerlo empleando la técnica de la memoria del agua, para la fabricación de estos. En el anexo 1 se encuentra una sugerencia a partir del zumo de limón, para verificar el efecto esperado de esta técnica.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en el procedimiento de la memoria del agua y de la consulta de los estudios científicos acerca de la homeopatía, preparar un discurso con un lenguaje científico adecuado, que exponga una afirmación o contradicción de la homeopatía.

Grupo 3. Team comunicativo

- Analizar cómo los medios de comunicación masiva propagan la información del campo científico y sí las fuentes en las que se sustentan son confiables o no. Además, realizar el comparativo entre la forma de presentarse una información con fundamentación científica y la información que no la posee.

- Indagar si existe información de corte científico que se haya presentado en los medios como verdadera y al cabo de un tiempo se retracten.

Actividad 4. ***Con la intención de confrontar el discurso elaborado por los estudiantes de los grupos 2 y 3, se procede a realizar la presentación de sus argumentos.***

1. El grupo 1 de estudiantes, denominado “team homeópata” desarrollará el discurso que crearon a partir de los testimonios consultados y de los comerciales que invitaban a adquirir el producto homeopático para la alopecia. Cumpliendo con los siguientes requisitos:
   1.1. Convencer a los espectadores.
   1.2. Presentar los resultados exitosos del o los productos seleccionados para la alopecia.
   1.3. Tener argumentos para defender su posición o credibilidad del producto.
2. El grupo 2 de estudiantes, denominado “team científico” presentarán el discurso que crearon a partir de la documentación encontrada sobre el método científico, para comprobar la efectividad de los productos homeopáticos contra la alopecia. Cumpliendo con los siguientes requisitos:
   2.1. Presentar un lenguaje técnico propio de las ciencias, que sea lo más claro posible para sus compañeros.
   2.2. Exhibir los resultados obtenidos al verificar la metodología de la técnica de la memoria del agua empleada en la elaboración de productos homeopáticos, suministrando una conclusión sobre estos.
   2.3. Realizar una opinión sobre la homeopatía, de acuerdo a los planteamientos que promueve el método científico.
3. Finalmente, terminadas las presentaciones de los dos primeros grupos, se procede a conocer la opinión de los compañeros del grupo 3 denominado “Team comunicativo”. Para ello, deben proceder de la siguiente manera:
   3.1. Presentar un cuadro comparativo entre la información científica basada en fuentes reconocidas y confiables, con la información científica sin verificación de fuentes.
   3.2. Dar a conocer los casos en los que se presenta información aparentemente científica, con algún beneficio para el hombre en los medios de comunicación y al cabo de un tiempo se retractan de haberlo informado.
   3.3. Mencionar que opinión tienen sobre los discursos escuchados de los dos grupos anteriores, indicando cuál de los dos tuvo mayor solidez en su discurso.

Actividad 5. ***Para culminar el primer momento de la propuesta de trabajo de aula, el docente invitará a la realización de un cuestionario y a la lectura de una reflexión.***

1. Diligenciar el cuestionario (anexo 2) sobre el grado de aceptación, tanto de la ciencia, como de la pseudociencia.
2. Realizar una breve lectura del texto "The 10 Commandments of Helping Students Distinguish Science from Pseudoscience in Psychology" que se encuentra en el siguiente enlace: https://www.psychologicalscience.org/observer/the-10-commandments-of-helping-students-distinguish-science-from-pseudoscience-in-psychology
3. Reflexionar en torno a lo siguiente:

"A lo largo del tiempo, el cuerpo teórico de las ciencias ha sido muy amplio, trayendo consigo argumentos basados en experiencias de laboratorio, además de la lógica del ser humano, para aceptar lo que se conoce como conocimiento científico. A pesar de ello, en la sociedad se maneja un sinfín de información, aparentemente científica, que se camufla de argumentos sólidos y coherentes, para desafiar la ingenuidad del lector o del espectador, llegando a cautivarlo para que crea ciegamente en la falsa información, que además lo induce a tomar decisiones que pueden afectar su bienestar.
Por lo tanto, si antes de creer en cualquier información científica que emiten los diferentes medios de comunicación, nos tomamos la tarea de averiguar, indagar y comprobar qué tan verídica es tal información, ¿podríamos ver la importancia del conocimiento científico en nuestra sociedad? De igual manera, ¿se podría evitar tantos engaños que afectan a nuestra salud, economía y seguridad? Y si es así, ¿por qué no lo hacemos?"

4.3.2. Actividades para el segundo momento: Atomistas Vs Anti Atomistas

En este momento presentamos el conjunto de actividades sugeridas para implementar en el escenario que se hemos denominado "atomistas vs anti atomista". A continuación, mencionamos la intencionalidad de cada una:

Actividad 1. Fundamentación sobre la teoría atómica.

Actividad 2. Realización de la práctica de laboratorio denominada "¿Qué contienen los gases?".

Actividad 3. Conformación de grupos y roles para asignación de trabajo sobre el movimiento atomista y el movimiento anti atomista.

Actividad 4. Aplicación de post- test. ¿Diferencio la ciencia de la pseudociencia?

Actividad 1. ***El objetivo de la siguiente lectura es fundamentar a los estudiantes sobre la teoría atómica, cómo se ha consolidado en el tiempo y cuáles son sus representantes.***

Teoría atómica

En la historia de la humanidad, se ha visto que el hombre ha recurrido a la explicación de sucesos, como el cambio de estado de la materia, por medio de la modelación de diminutas partículas, para entender el funcionamiento de estos fenómenos. Sin embargo, estas propuestas, que se basan en la aceptación de partículas tan diminutas e invisibles para nuestros ojos, son productos de suposiciones y de experimentaciones que han ido transformando la concepción de lo que es un átomo. A continuación, hacemos una invitación a leer cómo se ha consolidado la teoría atómica, desde los primeros tiempos de la humanidad, hasta tiempos más modernos.

Tabla 4. Modelos atómicos a través del tiempo. Tomado y modificado de Colombia Aprende (Mineducación, S. F.)

Época/Año	Propuesta	Autor	Planteamiento
384 a 322 a.C.	Teoría de los 4 elementos	Aristóteles	Filósofo griego que creía que todas las cosas que nos rodean están hechas de cuatro elementos: agua, aire, tierra y fuego.
Siglo XVII 1660	Definición de elemento	Robert Boyle	Químico inglés, quien postuló que los elementos están formados por cuerpos simples (átomos), que no están hechos de otros cuerpos y que cuando se mezclan, forman compuestos.
1785	Ley de la conservación de la masa	Antonie Lavoisier	Químico francés, considerado el padre de la química. Sostuvo que: “Nada se crea en las operaciones del arte ni en la naturaleza y puede establecerse como principio que en toda operación hay una cantidad igual de materia antes y después de la operación […] Sobre este principio se funda todo el arte de hacer experimentos en química”.
1787	Método nomenclatura química	Lavoisier, Berthollet, Guyton y Fourcroy	Definieron los elementos como sustancias más simples que no se pueden descomponer. Les asignaron nombre a 33 elementos, teniendo en cuenta la propiedad más importante de cada uno. Luego, asignaron nombres a los compuestos a partir de los nombres de los elementos.
1805	Moledo Atómico	John Dalton	Formuló la teoría atómica por primera vez, y la utilizó para explicar por qué los átomos

			reaccionan en proporciones simples de números enteros, formulando la ley de las proporciones múltiples.
1886	Descubrimiento de los protones	Eugen Goldstein	Por medio de experimentos, observó el paso de ciertas partículas a las que llamó "rayos canales." Hoy en día, son conocidas como protones.
1896	Descubrimiento de la radioactividad	Henri Becquerel	Estudió algunas sustancias que emiten luz después de exponerlas a la luz solar (fosforescencia). A partir de esto, por accidente dejó el uranio y unas placas fotográficas envueltas en papel negro en un cajón durante varios días. Días después, observó la imagen de material de uranio en las placas fotográficas sin haber sido expuestos a la luz solar.
1900	Modelo Atómico	Ernest Rutherford	Mediante sus experimentos descubrió y clasificó las emisiones radiactivas en: rayos alfa, beta y gama. Sugirió un nuevo modelo atómico, en el que los electrones ocupan la mayor parte del volumen del átomo, mientras que la mayoría de la masa está concentrada en el núcleo pequeño cargado positivamente. Reconoció qué dentro del átomo, existe un gran espacio vacío.
1904	Modelo atómico el pudin de pasas	Joseph John Thompson	Por medio de la experimentación de campos eléctricos y magnéticos, comprobó la existencia de los electrones, cuya carga es negativa.
1905	Movimiento Browniano	Albert Einstein	Mediante modelos matemáticos llego a la conclusión de que el movimiento Browniano solo se puede explicar si existen átomos y moléculas.
1913	Modelo atómico de niveles de energía	Niels Bohr	A través de la demostración de que los átomos de hidrógeno existen solo en orbitas esféricas, propuso que los electrones giran en orbitas definidas alrededor del núcleo. Estas orbitas poseen un valor de energía y en estas solo pueden existir una cantidad permitida de electrones
1916	Niveles y subniveles de energía y las órbitas elípticas	Arnold Sommerfeld	Basado en el modelo de Bohr, propuso que aparte de girar en forma circular, dependiendo de la energía del orbital podría tener una forma elíptica, denominándolos subniveles de energía
1924	Teoría de la dualidad de la materia	Louis De Broglie	Comparó las propiedades del fotón y del electrón, planteó que el electrón se comporta unas veces como partícula y otras veces como onda.

1926	Modelo mecánico cuántico	Erwin Schrödinger	Describió el movimiento de los electrones en los átomos mediante una ecuación matemática que combinaba la naturaleza de partícula del electrón, sus propiedades ondulatorias y las relaciones cuánticas en una relación de probabilidad. Este nuevo modelo considera que los electrones tienen un comportamiento, tanto de onda como de partícula, y que un electrón no se mueve en órbitas como lo propone Bohr sino en una zona de alta densidad electrónica llamada nube electrónica.
1927	Principio de incertidumbre	Werner Heisenberg	Plantea que es imposible determinar simultáneamente la posición y la velocidad de una partícula como el electrón.
1932	Descubrimiento del neutrón	James Chadwick	Al bombardear al Berilio con partículas alfa, observó la emisión de partículas de masa aproximada a la del protón, pero sin carga eléctrica, porque no se desviaban en campos eléctricos, descubriendo así los neutrones.

Actividad 2. ***Después de conocer las principales teorías y modelos atómicos, se propone la realización de una práctica de laboratorio para medir una de las propiedades de los átomos.***

1. A continuación, conoceremos cómo se determina una masa molar por medio de los métodos de Dumas y del método de Meyer.

   Método de Dumas

   Jean Baptiste André Dumas fue un químico francés, que demostró que el peso molecular de algunos compuestos orgánicos -que contenían en su estructura átomos de nitrógeno-, era directamente proporcional a la densidad de vapor del compuesto. Este principio le permitió crear un método de determinación de los pesos atómicos o moleculares de gases y líquidos, con bajos puntos de ebullición y cuyos vapores cumplen con la ley de gas ideal.

   $$PV = nRT.$$

   El método consiste en la combustión de una muestra de masa conocida en una cámara de alta temperatura con presencia de oxígeno, produciendo gas carbónico, agua y nitrógeno. Una columna que detecta la conductividad térmica separa el nitrógeno a partir del gas carbónico residual y agua. El nitrógeno obtenido se puede medir (Mera, 2015).

   Método de Meyer

El método de Víctor Meyer consiste en determinar la densidad de vapor y pesos moleculares de sustancias en estado líquido muy volátiles, por medio del desplazamiento del vapor de la muestra en una columna de agua, en condiciones de presión y temperatura conocidas, empleando la ecuación de los gases ideales (PV=nRT) (Martínez A. , 2008).

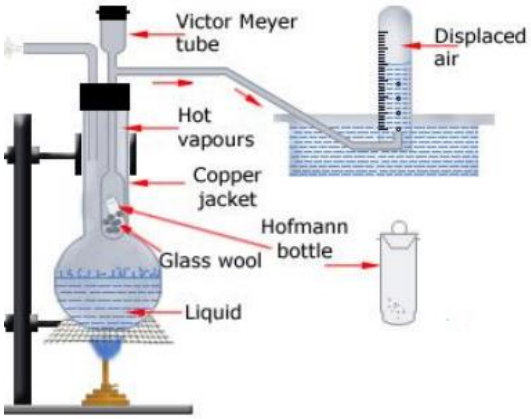

Figura 1. Método de Meyer. Fuente: (Martínez A. , 2008).

2. Práctica de laboratorio.

¿Qué contienen los gases?

Objetivos

- Verificar el desplazamiento del agua por un gas.
- Observar el comportamiento químico de las sustancias.
- Comparar la cantidad de dióxido de carbono calculado teóricamente, con la cantidad del mismo producido experimentalmente.

Fundamento

En las reacciones químicas se apela a la estequiometría para estimar la cantidad de sustancia que se produce, a partir de las magnitudes de los reactivos. Estas reacciones dependen de la naturaleza de los reactivos, así como también de factores externos que permiten acelerar o desacelerar las reacciones. Cabe destacar que, a escala microscópica, una reacción química es una reorganización de los enlaces entre átomos, por desplazamientos de electrones, al romperse unos y formarse otros, conservando la misma cantidad de átomos. A esto se le denomina la ley de conservación de la materia (masa).

Materiales

- *Matraz de 200 ml*
- *Tapón con un orificio*
- *Manguera de aproximadamente 15 cm de largo*

- *Cubeta o tina*
- *Soporte universal*
- *Pinzas para tubo de ensayo*
- *Probeta de 100 ml*
- *Agua*
- *Bicarbonato de sodio*
- *Ácido acético (vinagre)*
- *Servilletas*
- *Balanza*

Procedimiento

- *En una servilleta, pesar 4.0 g de bicarbonato de sodio y formar una envoltura, simulando el empaque de un dulce.*
- *Adicionar 50 ml de ácido acético en el matraz.*
- *Tomar la cubeta y adicionar agua hasta, aproximadamente, más de la mitad de su capacidad.*
- *Adicionar agua a la probeta hasta que rebase su capacidad. Posteriormente tapar la boca de la probeta, con una mano, un papel u otro objeto y girarla 180°.*
- *Introducir la probeta a la cubeta sin que se salga su contenido. Al estar adentro la cubeta, retirar la mano, papel u objeto.*

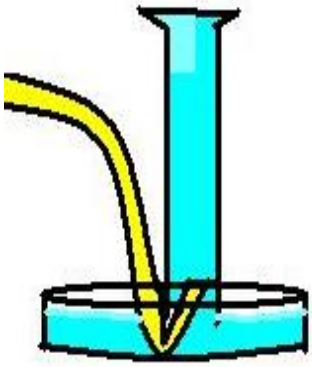

Figura 2. Recolección de gas. Fuente: (Martínez A. , 2008).

- *Emplear el soporte universal y las pinzas para tubo de ensayo, para darle estabilidad a la probeta que está en una posición invertida en la cubeta.*
- *Introducir un extremo de la manguera a la probeta.*
- *Introducir la envoltura elaborada de servilleta con bicarbonato de sodio al matraz que contiene el ácido acético.*
- *Introducir el otro extremo de la manguera por el orificio del tapón y tapar el matraz.*
- *Observar la reacción química al producir el gas.*
- *Registrar el volumen del gas producido, en la tabla de datos.*

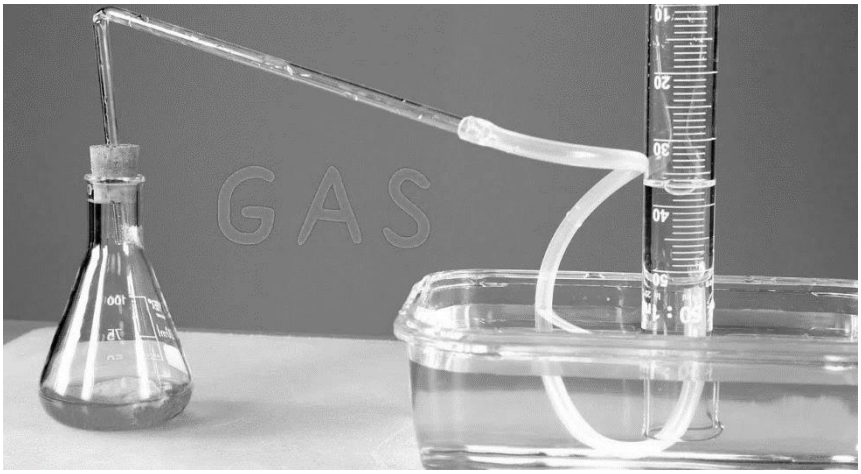

Figura 3. Montaje final de la obtención del gas carbónico. Fuente: (Cienciabit: Ciencia y Tecnología, 2015).

Tabla 5. Tabla de datos. Obtención del gas carbónico. Fuente: Elaboración propia.

Sustancia	Cantidad	Volumen del gas	Aspecto del gas
Vinagre			
Bicarbonato			

Desarrollo

La producción del gas que desplaza el agua, indica la presencia del dióxido de carbono (CO_2), debido a que se produce una reacción de neutralización entre el bicarbonato de sodio y el ácido acético del vinagre, donde se forma acetato de sodio (una sal), agua y dióxido de carbono como productos.

La ecuación de la reacción química ocurrida es:

$$CH_3COOH_{(ac)} + NaHCO_{3\,(ac)} \text{ ---------- > } CH_3COONa_{(ac)} + CO_{2\,(g)} + H_2O_{(l)}$$

Realizar

- El cálculo correspondiente a la cantidad de dióxido de carbono producido a partir del cálculo estequiométrico. La densidad del ácido acético es 1,05 g/cm ^{3}.
- Una comparación entre el valor del gas de dióxido de carbono producido en la experimentación, con el cálculo realizado teóricamente.
- El porcentaje de rendimiento para determinar la eficacia de la reacción, por medio de la siguiente ecuación:

$$\%\ Rendimiento = \frac{Valor\ experimental}{Valor\ teórico} x\ 100$$

- Una conclusión de la práctica.

Actividad 3. ***Para esta actividad se tiene como objetivo la creación de un discurso de los estudiantes para defender sus argumentos, al dudar de la existencia de los átomos.***

1. Con la intención de retomar las habilidades vistas en la actividad de la homeopatía y el método científico, los estudiantes conformarán dos grupos para desarrollar las siguientes actividades:

   Grupo 1. Movimiento Atomista.

   - Realizar una línea del tiempo donde se plasme los modelos y teorías atómicas que se han propuesto, desde los tiempos de Aristóteles, hasta los tiempos actuales.
   - De acuerdo con la experimentación realizada sobre la obtención del dióxido de carbono, explicar por qué se puede hablar de la existencia de los átomos.

   Grupo 2. Movimiento Anti-Atomista.

   - Formular preguntas que pongan en duda la existencia de los átomos. A continuación, se sugieren algunas, que pueden servir de guía para el diseño de nuevos cuestionamientos.
     - ¿Por qué se habla de átomos, si nadie los ha visto?
     - ¿Por qué se debe suponer que existen los átomos?
     - Sí las teorías han sido modificadas en el tiempo por no tener aspectos lógicos para su validación, ¿cómo las teorías pueden respaldar el concepto de átomo?
     - Si el método científico es la herramienta predilecta de la ciencia, puesto que por medio de él se acerca a la verdad, ¿por qué no se emplea en la verificación de los modelos atómicos? Y si lo han aplicado, ¿por qué siguen siendo los modelos atómicos, referentes teóricos y no han tomado el grado de leyes?
   - Promover una propuesta diferente a la existencia de átomos. Para ello pueden recurrir a la experimentación realizada de la obtención del dióxido de carbono, para explicar una nueva forma de ver la materia.

2. Conformados los dos grupos y ejecutadas las actividades, se procede a realizar un momento de confrontación, que estará formado por tres encuentros.

   - **Primer encuentro:** consiste en defender las posturas de cada movimiento (atomista y anti atomista). Al escuchar las siguientes preguntas orientadoras formuladas por el profesor:

- ¿Por qué se habla del átomo como partícula indivisible?
- Sin poder ver a los átomos ¿podemos medir sus propiedades? ¿Por qué?

  Nota: Este primer enfrentamiento permite fortalecer los argumentos de los dos movimientos para proseguir con el desarrollo de las actividades, sin que exista un eventual ganador del encuentro.

- **Segundo encuentro:** consiste en exponer los argumentos originados y reforzados en el primer encuentro, a un nuevo grupo de estudiantes para tratar de convencerlos. Los estudiantes seleccionados pertenecen al grado noveno. A ellos se les solicitará que, una vez finalizadas las dos exposiciones de sus compañeros, diligencien un cuestionario (anexo 3), para identificar el grado de aceptación tanto del movimiento atomista, como del movimiento anti atomista.

- **Tercer encuentro:** para este último encuentro, el docente dará a conocer el resultado del cuestionario aplicado a grado noveno. Determinando el grupo ganador.

3. Para finalizar las actividades de los tres encuentros, generaremos un espacio en el que los estudiantes contarán sus experiencias al momento de convencer a sus compañeros de grado noveno y las posibles sugerencias a la propuesta. A continuación, presentamos una tabla que el docente diligenciará en el tablero, en compañía de los estudiantes.

Tabla 6. Tabla de recolección de experiencias y sugerencias. Fuente: Elaboración propia.

Movimiento	Experiencias de la presentación	Preguntas generadas de los espectadores
Atomista		
Anti Atomista		
Sugerencias a la propuesta de aula		

Actividad 4. ***El objetivo de esta última actividad es evidenciar si los estudiantes tuvieron una apropiación del conocimiento científico para diferencia una ciencia de una pseudociencia.***

¿Diferencio la ciencia de la pseudociencia?

Estudian: _____ Grado: _____ Fecha: _____

A continuación, encontrarás una serie de preguntas destinadas a conocer tu opinión sobre qué es la ciencia y qué es la pseudociencia. Es importante que respondas con la mayor sinceridad posible.

1. **¿Cómo puedes definir la ciencia? Menciona algunos sucesos históricos que la han consolidado.**

2. **¿Cuál es el objetivo de la ciencia?**

3. **¿Cómo puedes definir a la pseudociencia? ¿Cuál es la principal diferencia entre la ciencia y la pseudociencia? Menciona un par de ejemplo de esta.**

4. **¿Cuál es el objetivo de la pseudociencia?**

5. **¿Cuál es la importancia de diferenciar la ciencia y la pseudociencia?**

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La importancia de aplicar metodologías activas en el aula es su facilidad de explorar nuevas formas de enseñar, no solo contenidos del área, sino que también competencias que van apuntadas al desarrollo del sujeto en la sociedad. Este tipo de actividades, en las cuales se motiva al estudiante a cuestionarse constantemente y defender sus argumentos desde la lógica y la experimentación, generan en él, habilidades para tomar decisiones. Del mismo modo, se incorporan en el alumno hábitos de verificación de información para combatir la desinformación que evidencia a diario.

Ahora, la propuesta de trabajo que describimos tiene la facultad de generar un proceso en el que los estudiantes se sientan acompañados y apoyados por sus mismos compañeros. Al desarrollar destrezas comunicativas de trabajo colaborativo, se genera un ambiente de cooperación y liderazgo, que permitirá entender el funcionamiento de las dinámicas que vive una sociedad. Dinámicas que, idealmente, debemos considerar al momento de un proceso evaluativo puesto que, implícitamente, se logran competencias de enseñanza y entendimiento que los mismos estudiantes están cumpliendo y que deben ser reconocidas durante este proceso.

Además de lo anteriormente escrito, otra de las ventajas de la aplicación de una propuesta de trabajo de aula, en torno a una competencia central, como es el fomento del pensamiento científico en los estudiantes, es guiar a los mismos en la realización de una serie de actividades. Estas acciones, a pesar de tener diferentes propósitos, van a aportar al fortalecimiento de habilidades del pensamiento. Siendo evidente que todas las actividades se dirigen a un mismo fin, como es el caso de la recolección de información para analizarla y extraer de la misma elementos que pueden adquirir en sus discursos o en sus acciones. Así mismo, las actividades en serie hacen posible una asimilación de conceptos más fructífera, puesto que estos conceptos suelen ser inicialmente muy complejos para los estudiantes. Sin embargo, al cabo de un tiempo, al realizar un trabajo constante de estos, generan en el sujeto una mejor asimilación y comprensión de sus significados.

Finalmente, la experimentación presente en una propuesta metodológica de aula puede jugar un rol determinante en la interiorización de conocimientos científicos, al invitar al estudiante a ser un agente activo en la realización de la práctica, en la que se pondrá a prueba las fases del método científico.

5.2. Recomendaciones

Si bien en cierto que la aplicación de la propuesta en el aula no pudo ser realizada por la presente contingencia que afecta a toda la población, como paso a seguir es la intervención de esta. Cuando sea posible, se realizará de manera presencial, puesto que la propuesta de aula ha sido diseñada para que los estudiantes fomenten habilidades científicas de manera colectiva, porque consideramos que el trabajo colaborativo es un determinante en el proceso de aprendizaje. Dicho esto, sugerimos que las actividades deben ser implementadas en un plazo mínimo de 9 semanas. Así el docente realizará una orientación en la búsqueda, selección y análisis de la información y, por otro lado, tendrá el tiempo suficiente para la tabulación y el análisis correspondiente de los resultados obtenidos.

Por otro lado, la implementación de una propuesta metodológica en el aula no solo se encamina al enfrentamiento del conocimiento científico y las creencias pseudocientíficas de la homeopatía. También se puede enfocar a temáticas actuales que le puedan interesar al estudiantado, como es el caso del seguimiento que se ha hecho hasta ahora de la creación de vacunas, como por ejemplo del COVID-19, en el que se ha visto una “carrera” por originar un antídoto lo más efectivo posible. En este ejercicio sería valioso resaltar las fases del método científico: el explorar, experimentar y dar a conocer los resultados de las pruebas y su reconocimiento o divulgación progresiva a nivel mundial.

De igual manera, a continuación, se formula una serie de tópicos que pueden ser abordados, no solo en la educación media, sino también desde la primera infancia en un futuro cercano. Es válido hacer énfasis en la importancia de inculcarle a los estudiantes, durante sus primeros pasos de colegio, el interés por el desarrollo de la curiosidad por su entorno, a fantasear y exponer sus puntos de vista ante un fenómeno presenciado, o incluso, inmiscuirse en asuntos que atañen a las personas que componen su familia. Es por esto que, en la tabla 7, se muestran las diferentes formas de acompañar el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Tabla 7. Temas sugeridos por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Nivel educativo	Temáticas
Transición- primero-segundo	- ¿Qué es una creencia? - ¿Cuál es la diferencia entre un mito, una creencia y una verdad? - ¿La creencia científica es diferente a la creencia popular?
Tercero-cuarto-quinto	- ¿Cuáles son las fases del método científico? - Observemos las cumbres de las montañas, estas contienen agua en estado gaseoso ¿Por qué crees que ocurre este suceso?
Sexto-séptimo	- ¿Para qué sirve la experimentación en el método científico? - Observemos y analicemos que los insectos son los organismos que más rápidamente se adaptan a diferentes condiciones climáticas, ¿Tienen las mismas apariencias las arañas que se encuentran en tu casa que las arañas que están en un bosque? ¿Por qué?
Octavo-noveno	- ¿Qué es una creencia popular? - La acupuntura es considerada una alternativa para liberar puntos de presión en el cuerpo, ¿realmente funciona? ¿En qué fundamento teórico se apoya esta actividad para demostrar su efectividad o veracidad?
Décimo-once	- ¿Cómo podríamos verificar el método científico? - A través del tiempo ha surgido diferentes medicamentos para el tratamiento de enfermedades, ¿cuál es el tiempo estimado o suceso clave para considerar un medicamento valido en la comunidad científica? - La ciencia está fundamentada desde la aplicación del método científico, por lo tanto, en las investigaciones realizadas para encontrar la cura del COVID-19, ¿se ha visto los pasos del método científico? ¿Por qué?

Las anteriores temáticas se pueden desarrollar en torno a una propuesta de aula, que inclusive puede convertirse en un proyecto de aula, en el que se motiva al estudiante a emplear algunas fases del método científico para consolidar sus suposiciones y argumentos. Del mismo modo, sugerimos algunas situaciones en las cuales se motiva al estudiante a razonar y buscar respuestas lógicas a las siguientes preguntas:

- La estructura del agua sólida es diferente a la estructura de la gran mayoría de sustancias sólidas, ¿Por qué un cubo de hielo flota en el agua?

- Así como los animales silvestres se han adaptado para vivir en la selva, a pesar de que el hombre ha cambiado su medio, él también se ha adaptado al medio, ¿Por qué en China se puede evidenciar algunas características del rostro de las personas muy diferentes a la del resto de los países?
- Los gases toman la forma del recipiente que los contiene, por lo que, si se infla un globo con helio, el gas va a tomar la forma del globo. Pero, al cabo de unas semanas, empieza a cambiar su forma, ¿Qué factores son los responsables de este cambio?
- Entre más profundo se nade en el mar, mayor dificultad se tendrá para contener el aire en los pulmones ¿por qué sucederá esto?

Con las anteriores temáticas, se busca fomentar en el estudiante un buen nivel argumentativo, siempre y cuando el docente guíe el proceso. Así mismo, se podrían tener insumos para indagar sobre cuáles son los factores que afectan el convencimiento de los estudiantes sobre explicaciones de los fenómenos desde una mirada científica. Muy seguramente existirán argumentos, experiencias o apreciaciones de los estudiantes que provocan un escepticismo sobre las ciencias.

Para concluir, recomendamos tener presente la formulación de posibles preguntas de los estudiantes en torno a las creencias religiosas. Es por ello que como docentes demos estar preparados y aclarar que el objetivo de la propuesta de trabajo en el aula es el desarrollo de habilidades en el campo científico, sin entrar a ámbitos religiosos o sociales que involucre la creencia desde la espiritualidad y el ser.

Anexo 1

Cascada de disoluciones

Objetivos

- Definir e identificar los componentes de una disolución.
- Analizar la cantidad del soluto como factor que altera las disoluciones.
- Verificar la efectividad de la técnica de la memoria del agua.

Fundamento

Una disolución es una mezcla homogénea constituida por un disolvente, sustancia que se encuentra en mayor proporción y un soluto o solutos, sustancia que se encuentra en menor proporción. Entre los solventes más empleados está el agua, conocido como el disolvente universal.

Pueden existir diferentes tipos de disoluciones, dependiendo de los estados físicos tanto del solvente como del soluto, siendo estos: **sólido en sólido**, como las aleaciones de bronce y latón; **sólido en líquido**, como el azúcar disuelto en agua; **líquido en líquido**, como el alcohol en agua; **gas en gas**, como el aíre que se compone de oxígeno, nitrógeno, hidrogeno y otras sustancias; y finalmente **gas en líquido**, que vemos muy frecuente en las bebidas carbonatadas.

Por otro lado, una disolución depende de la proporción del soluto, siendo **diluidos** (con proporciones bajas del soluto), **concentrados** (con proporciones altas de soluto) y **saturados** (disoluciones que a una determinada temperatura tienen la máxima proporción de soluto).

Materiales

- Vasos de 5 oz desechables (15).
- Jeringas (2).
- Papel indicativo de pH.
- Zumo de limón (50 ml).
- Agua.
- Roturadores.

Procedimiento

- Rotular tres vasos de 5 oz con 1, 2 y 3 ml.
- Posteriormente, adicionar con una jeringa los valores de mL de zumo de limón indicados en cada vaso.
- Tomar tiras del papel indicador e introducirlas en cada vaso con la sustancia. Describir el comportamiento de la tira en la tabla 1.
- Adicionar agua para completar 20 ml en cada vaso, es decir, adicionar 19, 18 y 17 ml según corresponda a cada vaso. Revolver la disolución.
- Tomar tiras del papel indicador e introducirlas en cada vaso con la disolución. Describir el comportamiento de la tira en la tabla 1, siendo esta la primera disolución.
- Rotular otros tres vasos de 5 oz nuevos con 1, 2 y 3 ml.
- Tomar 1 mL de cada vaso marcado de la primera disolución y depositarlos en los nuevos vasos respectivamente, adicionara 19, 18 y 17 ml según corresponda a cada vaso. Revolver la disolución.

- Tomar tiras del papel indicador e introducirlas en cada vaso con la disolución. Describir el comportamiento de la tira en la tabla 1, siendo esta la segunda disolución.
- Nuevamente tomar 1 ml de casa vaso marcado de la segunda disolución y repetir el procedimiento de depositarlos en otros 3 vasos nuevos marcados.
- Nuevamente tomar tiras de papel para observar su comportamiento, anotándolos en la tabla 1, siendo esta la tercera disolución.
- Repetir los pasos desde tomar 1 ml hasta registrar los datos en la tabla 1, terminando cuando se llegue a la quinta disolución como indica la tabla.

Cantidad de sustancia	Coloración papel indicador					
	Sin Agua	1° dilución	2° dilución	3° dilución	4° dilución	5° dilución
1 ml						
2 ml						
3 ml						
Observaciones						

Tabla 1. Registro de disoluciones.

Post laboratorio.

Luego de registrar los valores de las cinco disoluciones, ya puedes responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál crees que es el soluto y cuál es el disolvente entre el agua y el zumo de limón?
- ¿A qué hace referencia la coloración del papel indicador?
- ¿Se mantuvo constante la coloración del papel indicador en todas las muestras?
- ¿Por qué crees que se trabajó con tres concentraciones diferentes (1, 2 y 3 ml)?
- De acuerdo con los resultados del papel indicador de la primera disolución y de la quinta disolución, ¿se puede decir que existe una “memoria del agua” para las tres muestras? ¿Por qué´?
- ¿A qué conclusión llegas después de haber realizado la práctica de laboratorio?

  Nota: Se entiende como memoria del agua, a las propiedades que adquiere el agua al estar en contacto con otra sustancia.

Anexo 2

¿Ciencias o pseudociencias?

Estudiante: _____ Grado: _____ Fecha: _____

A continuación, encontrarás una serie de afirmaciones destinadas a conocer tu opinión sobre la ciencia y la pseudociencia. Es importante responder con toda la sinceridad posible.

El cuestionario contiene cinco opciones de respuesta. Lee muy bien el enunciado y elije una de las opciones que más crees que se acomode a lo que piensas. Muchas gracias.

N°	Afirmación	Opciones de respuesta				
		Totalmente En desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	La ciencia está presente en nuestro diario vivir.					
2	La ciencia se basa en el método científico para consolidarse.					
3	Hay desconocimiento de la ciencia en la población en general.					
4	La ciencia puede explicar los acontecimientos que pasa a nuestro alrededor.					
5	El método científico puede aplicarse sin un orden especifico.					
6	El método científico nos permite verificar o desmentir las afirmaciones que nos presentan de la ciencia.					
7	Las pseudociencias es una rama de la ciencia.					
8	Existen numerosos estudios y evidencia científica que nos permite aceptar la homeopatía como verdadera.					
9	La homeopatía se basa de la técnica de la memoria del agua para ser aceptada científicamente.					
10	La materia prima de origen animal es una garantía para la fabricación de productos homeopáticos.					
11	La homeopatía es mal vista entre el campo de la ciencia, porque carece de una fundamentación científica.					
12	Los testimonios del uso de los productos homeopáticos suelen sonar muy “milagrosos” como para ser verdad.					
13	Las fuentes de información científica nos garantizan un alto nivel de confiabilidad.					
14	Los diferentes medios de propagación de información, suelen contener información falsa.					
15	Los medios masivos de televisión presentan una gran variedad de productos que no contienen los suficientes sustentos teóricos científicos.					

Anexo 3

Movimiento atomista Vs movimiento anti- atomista

Estudiante: _____ Grado: _____ Fecha: _____

A continuación, encontrarás una serie de afirmaciones destinadas a conocer tu opinión sobre el grado de afinidad de los argumentos de los estudiantes que representan el movimiento atomista, al igual de los argumentos de los estudiantes pertenecientes al movimiento anti- atomista. Es importante responder con toda la sinceridad posible.

El cuestionario contiene cinco opciones de respuesta. Lee muy bien el enunciado y elije una de las opciones que más crees que se acomode a lo que piensas. Muchas gracias.

N°	Afirmación	Opciones de respuesta				
		Totalmente En desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	El fundamento teórico del movimiento atomista es sólido.					
2	Así no se pueda ver los átomos, con la experimentación basta para validar la existencia de los átomos.					
3	Los modelos atómicos han cambiado a medida que se han realizado diferentes experimentos para mejorarlos, por ejemplo, de las partículas sólidas pasaron a partículas con un núcleo y con un gran espacio vacío.					
4	Los científicos han realizado grandes avances en cuanto a las características de los átomos, sin embargo, aún quedan propiedades de los mismos por descubrir.					
5	Los expositores del movimiento atomista tuvieron un buen desempeño en sus explicaciones.					
6	El fundamento teórico del movimiento anti-atomista es sólido.					
7	Necesariamente necesitamos ver a los átomos para comprobar su existencia.					
8	El modelo de la materia propuesto por el movimiento anti- atomista posee un alto grado de coherencia.					
9	Los modelos científicos carecen de verificaciones rigurosas para convertirse en leyes.					
10	Los expositores del movimiento anti-atomista tuvieron un buen desempeño en sus explicaciones.					

Anexo 4

La siguiente sección se elabora a partir de las preguntas planteadas por el evaluador, profesor Manuel Fredy Molina Caballero, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Sede Bogotá.

Ampliación sobre la construcción del conocimiento científico

El sujeto que aprende adquiere conocimiento, así, es preciso afirmar que el conocimiento, sea este verdadero o no, es el resultado de procesos de aprendizaje. En el campo de la ciencia, los procesos de aprendizaje llevan al conocimiento de la ciencia. Los procesos de aprendizaje de la ciencia se caracterizan por estar articulados alrededor de problemas que se aceptan son de la ciencia, y que por tanto involucran el descubrimiento, el planteamiento y la resolución, como características universales. Estas características universales de los problemas de la ciencia han llevado a que diversas áreas de conocimiento adopten, o se reconozcan, como ciencia: ciencias humanas, ciencias políticas, ciencias económicas, ciencias forenses, ciencias de la salud, por mencionar algunos ejemplos. Podemos afirmar entonces, que, según la naturaleza del problema, se define la naturaleza de los procesos de aprendizaje, y, por tanto, la naturaleza del conocimiento: económico, político, social, cultural, estético, deportivo, tecnológico, etc.

Si damos una mirada plural al concepto de ciencia, tomando de guía el párrafo anterior, comprendemos que se propongan diferentes tipos o clasificaciones de la ciencia, como pueden ser: ciencias sociales, ciencias aplicadas, ciencias formales, ciencias naturales. Aceptar esta clasificación y subclasificaciones derivadas, es un debate abierto. ¿Qué es ciencia y qué no lo es?, ante esto hay múltiples posturas y controversias abiertas. Sin embargo, este debate es diferente, y no se debe confundir, con el que está planteado frente a la ciencia y la charlatanería, es decir, frente al conocimiento y la desinformación: un charlatán, o magufo, ofrece un tipo de información que contraviene el conocimiento, por ejemplo: terraplanistas, astrólogos, adivinos, magos, etc.

Vamos a restringirnos a circunscribir el conocimiento científico a las ciencias naturales, y la investigación científica, y sus métodos, a los procesos de aprendizaje de las ciencias naturales, y también, los problemas científicos a los problemas de las ciencias naturales. En este marco, el debate frente a lo que es ciencia y lo que no lo es, se precisa mejor orientando el debate hacia lo que es conocimiento científico y lo que no es, que también se puede leer como lo que

es ciencia natural y lo que no es. Es importante resaltar que este debate lo que procura es establecer unos criterios de demarcación, y no atribuir criterios de valor a un determinado tipo de conocimiento. También hay que tener precaución cuando se plantea el debate entre ciencias y el que se plantea entre ciencia y pseudociencia (falsa ciencia): ciencias naturales vs ciencias sociales(proto-ciencia) y ciencias naturales vs homeopatía.

La actividad que realiza el hombre de manera sistemática para adquirir conocimiento verdadero sobre el mundo-universo la llamamos ciencia (ciencias naturales). No es fácil caracterizar esta ciencia, y como ya se mencionó, no es la única vía para obtener conocimiento. Sin embargo, podemos destacar: (a) la sistematicidad, (b) la verificación: el amplio y estricto control al que se someten los resultados de esta ciencia, (c) la progresión: el conocimiento científico genera más conocimiento científico, promueve la investigación, aumenta con la investigación, (d) la predictibilidad: mejora la capacidad del ser humano para predecir sucesos en su ámbito, y (d) amplia la capacidad transformadora del hombre sobre su entorno (tecnología).

La ciencia no está blindada a la falsificación y es recurrente encontrar imposturas que nos pueden resultar difíciles de rebatir. Algunas características de las pseudociencias son las siguientes: (a) fijación: se sostienen sobre una o varias ideas fijas, (b) no se exponen a la verificación, (c) seleccionan argumentos o evidencias que les favorecen, (d) no aceptan las críticas, (e) ausencia de resultados reproducibles o verificables, (f) promueve afirmaciones amplias, generales, vagas, difusas, y (g) los datos, cuando los hay, sobre los que se apoya son difíciles de comprender, (Bunge, 2002; Fourez, 1994; Romero, 2018).

Como ya se mencionó anteriormente, el debate, de manera válida, se puede trasladar al escenario del conocimiento científico y el de otros tipos de conocimiento.

El escenario planteado hasta el momento sirve de referencia para discutir en un contexto moderno la construcción del conocimiento, y en particular, la relación entre conocimiento y ciencia. Dejamos a un lado un referente filosófico histórico, muy interesante y relevante, sobre el origen del conocimiento desde perspectivas racionalistas, empiristas, trascendentales, y corrientes derivas de las anteriores. Sin embargo, todo lo anterior se debe tener presente al momento de llevar al aula de clase la enseñanza de las ciencias, de modo que los procesos de aprendizaje escolares den como resultado conocimiento verdadero, es decir, conocimiento construido de manera significativa.

La observación hace parte del método sistemático que se usa en ciencia para hacer investigación, y puede ser el primer paso en la construcción del conocimiento científico, ya que promueve la formulación de preguntas. Aprender a plantear preguntas es otro aspecto importante en la construcción de conocimiento, ya que lleva a proyectar posibles respuestas, hipótesis, que desde los marcos lógicos serán confrontadas, modificadas, deducidas y validadas. Un aspecto de interés en la construcción del conocimiento escolar es establecer procesos diferenciadores entre la comprensión y el saber. Esto se puede ejemplificar si al enseñar terminologías y hechos históricos, dejamos a un lado el saber-conocer, que en términos más prácticos lo interpretamos como el entendimiento del suceso por parte del estudiante -desde el ser-, (Feyman (1981) citado por Furman, (2017)).

Otro aspecto de interés, y de debate, es la incorporación de ideas abstractas durante el proceso de construcción del conocimiento escolar. Hay quienes consideran que se debe evitar la concepción de ideas abstractas, ya que usualmente no están aunadas a la experiencia del estudiante, Harlen (2010). Y que, por el contrario, estas ideas pueden desmotivar al estudiante a enfrentarse a resolver problemas. Es por esto por lo que para promover el interés de los estudiantes por la ciencia se recomienda involucrar temáticas que estén próximos a ellos, es decir, procurar una enseñanza situada de la ciencia.

Es necesario mencionar que para darle significado a la construcción del conocimiento científico escolar, se debe hacer visible la utilidad que se le da a este, (Alonso, Ariza, y Mosquera, 2017).

Finalmente, es importante hacer notar que los procesos históricos de aprendizaje, y por ende los de construcción de conocimiento, se sustentaban en el lenguaje y el pensamiento racional, procesos que siguen teniendo total validez y pertinencia en cualquier etapa del periodo escolar, (Lugo, 2010).

¿Cómo se evita una idea positivista de la ciencia?

Para evitar una idea positiva de la ciencia se necesita incorporar la filosofía a la ciencia, así de claro. Las ideas que se tienen respecto de la ciencia no son responsabilidad de la ciencia, son producto de corrientes filosóficas de pensamiento respecto a la intención de la ciencia en la construcción de conocimiento. La ciencia es un concepto, y como tal no es responsable de nada más que producir conocimiento científico verdadero. Quienes adoptan una postura

positivista de la ciencia en extremo, cientificistas, lo están haciendo desde una mala praxis de la filosofía.

Por otra parte, hay que precisar el sentido de la doctrina positivista al interior de la propia ciencia, que, por negar el pensamiento metafísico, llevo durante mucho tiempo a una encrucijada la validez del conocimiento científico. El positivismo, corriente de pensamiento filosófico que postuló que la única forma de crear conocimiento válido era por medio de la experiencia, descartó el papel que tienen la pura abstracción y teorización en este proceso, (Díaz, 2014).

La experimentación no es el único camino que lleva a la consolidación de las ideas de la ciencia, sino que también se puede llegar a ello mediante ejercicios mentales que recrean posibles experimentos, y que también ayudan a identificar falencias en los planteamientos. Así, Karl Popper destaca que la creación del conocimiento se sustenta bajo cimientos hipotético - deductivos que están dados por el raciocinio y la lógica, (Villamar, 2015). No solo experimentando llegamos a validar la ciencia, pero tampoco lo hacemos si nos quedamos en la creación teórica o retórica. La ciencia estudia la naturaleza, experimentando y razonando. La ciencia es probabilística y, además, está sujeta a las condiciones de la época o entorno. Los resultados de la ciencia pueden tener errores, y de esos errores se genera nuevo conocimiento de los fenómenos que estudiamos, (Schulz y Katime, 2003). Algunos descubrimientos científicos son consecuencia de errores, como es el caso del descubrimiento de la penicilina, (Borrego y Cid, 2018).

Para contribuir a que no se promuevan pensamientos cientificistas, respecto del conocimiento, se pueden llevar al aula de clase las siguientes reflexiones, (Feser, 2019):

1. La ciencia es una fuente de conocimiento real, de conocimiento válido, de conocimiento verdadero, pero no autoproclama que el método científico sea la única fuente de conocimiento real. La ciencia no postula que no hay forma racional y objetiva de investigación fuera del método científico, es decir, no postula que lo único válido es lo que se obtiene de la combinación de la observación, la experimentación y la modelación matemática.
2. Al postular que el método científico es el único medio para descubrir la naturaleza de la realidad, se incurre en las siguientes imprecisiones:
    a. Se da a la ciencia un carácter restrictivo frente a otros tipos de conocimiento. Hay una gran diversidad de conocimiento que no puede ser demostrado científicamente,

pero que hace parte de los presupuestos, de las verdades, necesarios de la ciencia, como son la lógica, las matemáticas, la ética y la percepción de la realidad del entorno.

b. Lleva a la ciencia a una contradicción. Al afirmar que el único método valido para generar verdades es el de la ciencia, se cae en una proposición que no se pueda demostrar por el método científico. Si la única fuente de conocimiento verdadero es la ciencia, la ciencia debería demostrarlo.
c. Se distorsiona la comprensión que tenemos de la realidad. La ciencia no puede ofrecer una versión completa de la realidad, la ciencia, por sus métodos, se enfoca en la descripción cuantitativa y deja a un lado los aspectos cualitativos, que en su gran mayoría dan sentido a nuestra realidad.

La OMS reconoce la medicina milenaria

Las prácticas ancestrales de la medicina china, a diferencia de la medicina occidental sustentada en investigaciones científicas, se apoya en saberes y rituales milenarios transmitidos de generación en generación. El gran número de seguidores de estas prácticas medicinales milenarias, y de los inobjetables resultados favorables en el bienestar humano, llevaron a que la Organización Mundial de la Salud (OMS) las aceptara como prácticas que “mejoran la salud” de las personas. Entre las controversias alrededor de esta decisión, se ha cuestionado el por qué se acepta como válido un conocimiento que depende, entre otras cosas, de la disposición, corporalidad y energía del paciente, y, adicionalmente, que decisiones de este tipo pueden aumentar el número de seguidores de estas prácticas, exponiendo así a riesgos la salud de las personas, (De Vera, 2019).

Actualmente se adelantan estudios que buscan estandarizar algunas de las prácticas milenarias de la medicina oriental, tales como la acupuntura y la medicina basada en hierbas. El Premio Nobel de Medicina a Youyou Tu, en 2015, es un reconocimiento a los saberes milenarios, ya que esta científica descubrió los principios activos de hierbas que se documentaban en textos de medicina china tradicional para ser usadas en el tratamiento de enfermedades tropicales, tales como la malaria y el paludismo, (Redacción Médica, 2019).

El tema planteado en esta sección puede ser de gran utilidad para llevarlo al aula de clase, y así, ilustrar los debates que se dan alrededor del conocimiento, su origen, y las etiquetas de valor que se le atribuyen. Sin lugar a duda, los estudiantes recrearan un gran número de

situaciones donde el conocimiento que poseen, el de su entorno y el de su realidad, no puede ser demostrado o valido por los métodos de la ciencia.

Posgrado de Medicina Alternativa

El objetivo de la maestría de Medicina Alternativa de la Universidad Nacional de Colombia es capacitar médicos, con la mayor habilidad posible, en el campo de la homeopatía, la medicina tradicional china, acupuntura, terapia neutral, osteopatía y quiropraxis, para así contribuir a realizar un diagnóstico más amplio de los síntomas que presenta un paciente, (Universinal Nacional de Colombia, 2021).

La ciencia no puede demostrar, comprobar o cuantificar el bienestar humano, en este sentido, este tipo de prácticas alternativas de la medicina amplían el espectro de atención al usuario paciente con el fin único de contribuir a su bienestar en salud. Todos estamos familiarizados con la pregunta: de 1 a 10, ¿cómo se siente?, ¿cuánto le duele?, este es un claro ejemplo de una realidad que la ciencia no puede explicar.

Un aspecto importante que merece atención acá, y al que se hizo referencia con anterioridad, es el de conocimiento científico vs conocimiento, y el de conocimiento vs charlatanería. El hecho de que la Universidad ofrezca formación de alto nivel en estas prácticas alternativas de la medicina le permite a la población acceder, con seguridad y confianza, a estos tratamientos con personas altamente cualificadas, alejándose del riesgo de exponer su bienestar a las prácticas antiéticas de un charlatán, o brujo si lo queremos llamar. Nuevamente podemos traer acá el escenario de la filosofía y de la ciencia, ya que no es posible establecer científicamente la conexión mente-cuerpo, pero si lo podemos analizar y describir metafísicamente: ¿tiene dimensión material la mente?

Hay que destacar también la intención de crear una propuesta de aula en la que se traten temas de medicina tradicional y de medicina alternativa, ya que esto directamente contribuye a fomentar en la población la conciencia y la responsabilidad para decidir en qué creer y en que no.

Referencias

Acevedo, J. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Cádiz.

Agudelo, M., y Estrada, P. (2012). Constructivismo y construccionismo social: Algunos puntos comunes y algunas divergencias de estas corrientes teóricas. *Prospectiva*, 353-378.

Alfaro, C. (2006). Las ideas de Pólya en la resolución de problemas. *Cuadernos de investigación y formción en educación matemática*, 1-13.

Alonso, F., y Cortiñas, S. (2014). La pseudociencia y el poder de los medios de comunicación. La problemática ausencia de bases teóricas para afrontar el fenómeno. *Historia y Comunicación Social*, 93-103.

Alvarado, L., y García, M. (2008). Caracteristicas más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de educación del instituto pedagógico de Caracas. *Revista Universitaria*, 187-202.

Alvarez, A., y Del Río, P. (2000). Educación y desarrollo: La teoría de Vygotsky y la zona de desarrollo próximo. En C. Coll, J. Palacios, y A. Marchesia, *Desarrollo Psicológico y Educación II* (págs. 93-119). Madrid: Alianza.

Avello, M., Avendaño, C., y Mennickent, S. (2009). Aspectos generales de la homeopatía. *Revista Medica de Chile*, 115-120.

Bedoya, J., Bernaza, G., y Rúa, J. (2017). Modelo de evaluación del aprendizaje en la educación superior: Aplicación al concepto de función matemática. *Pedagogía Universitaria*, 53-65.

Bird, A. (2013). La filosofía de la historia de la ciencia de Thomas Kuhn. *Discusiones Filosóficas.*, 167-185.

Branda, L. (2001). Aprendizaje basado en problemas, centrado en el estudiante, orientado a la comunidad. En Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos A, *Aportes para un cambio curricular en Argentina 2001* (págs. 79-101). Buenos Aires: Shuster.

Buitrago, A. (2016). *Propuesta de un programa de curso para la enseñanza-aprendizaje de la bioquímica para grado undécimo del Colegio José Francisco Socarrás I.E.D. (tesis de Maestría).* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M. Jímenez, *En Enseñar Ciencias* (págs. 95-118). Barcelona: Graó.

Cabral, I. (2001). Alfabetismo científico y educación. *OEI – Revista Iberoamericana de Educación.*, 1-14.

Carillo, C. (2012). Enseñanza para el desarrollo del pensamiento científico desde la escuela. *Serie Investigación IDEP*, 13-34.

Carmona, A. (2015). Aprendiendo de la pseudociencia. *Claridades. Revista de filosofía.*, 31-43.

Carrillo, T. (2001). El proyecto pedagógico de aula. *Educere*, 335-344.

Castro, A., y Ramírez, R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amozonia Investiga*, 30-53.

Cienciabit: Ciencia y Tecnología. (16 de Noviembre de 2015). Cómo recoger y medir gases. *YouTube*. https://youtu.be/ozko7fkg4Ko.

Cifuentes, J. (2016). El método científico y la nueva filosofia de la ciencia: aportes y perspectivas. *Rastros Rostros.*, 61-70.

De Vera, B. (17 de Enero de 2019). La OMS reconoce enfermedades basadas en el "chi" y los médicos responden. *El País*, pág. https://elpais.com/elpais/2019/01/15/buenavida/1547565209_179217.html.

Defez, A. (2005). ¿Qué es la creencia? *Logos. Anales del Seminario de Metafísica*, 199-221.

Deiana, A., Granados, D., y Sardella, M. (2018). Capítulo VII: El método científico. *Universidad Nacional de San José. Departamento de Ingenería Química*, 1-13.

Díaz, V. (2014). El concepto de ciencia como sistema, el positivismo, el neopositivismo y las "investigaciones cuantitativas y cualitativas". *Salud Uninorte*, 227-244.

Diez, A. (2017). Más sobre la interpretación (II). Ideas y creencias. *Asociación de Especialistas Neuropssiquiatas.*, 127-143.

Estupiñán, J. (2019). Desarrollo de habilidades en pensamiento crítico y científico mediante representaciones iconográficas. *Revista científica*, 379-387.

Fariñas, G. (2007). *Psiculogía, educación y sociedad: un estudio sobre el desarrollo humano (Didáctica o didactismo).* La Habana: Felix Varela.

Feser, E. (2019). *Scholastic metaphysics: A contemporary introduction.* Editiones Scholastic.

Franco, A. (2015). Competencias en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las ciencias. Innovaciones didácticas*, 231-252.

García, I. (2017). Enseñar a pensar, crear, actuar y construir críticamente: desde el desarrollo del pensamiento científico escolar y la enseñanza para la comprensión. *Memorias del IX Encuentro Nacional de experiencias en Enseñanza de la Biología la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología*, 1255-1262.

Garófalo, S., Galagovsky, L., y Alonso, M. (2014). Dificultades en el aprendizaje del metabolismo de los carbohidratos. Un estudio transversal. *Revista Química Viva*, 31-55.

Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 106-110.

Gómez, M., Pozo, J., y Gutiérrez, M. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Eduación Química*, 198-209.

González, E. (2001). *El proyecto de aula o acerca de la formación en investigación.* Medellín: Facultad de educación. Universidad de Antioquia.

Harlen, W. (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias.* Association for Science Education College Lane, Hatfield, Herts. .

Hernández, M. (2011). La evaluación del aprendizaje: ¿estímulo o amenza? *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-8.

Hernández, M. (2018). *Construcción de significados en los aprendizajes desde las biomoléculas en el mundo de la vida (tesis de maestría).* Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

IUPAC. (2020). *International Union Of Pure And Applied Chemistry*. Obtenido de https://iupac.org/who-we-are/strategic-plan/

Lilienfeld, S. (2005). The 10 Commandments of Helping Students Distinguish Science from Pseudoscience in Psychology. *Association for Psychological sciencie*, 1-10.

Lugo, D. (2010). La construcción del conocimiento: Algunas reflexiones. *Límite. Revista de Filosofía y Psicología*, 59-75.

Mares, E. (2015). La inducción como método de conocimiento de los principios éticos en la Ética nicomáquea de Aristóteles. *Diánoia.*, 31-55 60 (75).

Marín, J. (2007). Del Concepto de Paradigma en Thomas S. Kuhn, a los paradigmas de las ciencias de la cultura. *Magistro.*, 73-88.

Martínez, A. (2008). *Fisicoquímca. Manual de prácticas*. Obtenido de Universidad Autonoma de Baja California. Facultad de Ciencias: https://ciencias.ens.uabc.mx/documentos/manuales/manual%20Fisicoquimica.pdf

Martínez, J. (2019). La homeopatía: Análisis de una controversia sociocientífica. *Facultad de Filosofía y letras. UAB*, Trabajo de grado.

MEN. (1994). *Ley General de Educación: ley 115 de 1994.* Bogotá D.C.: MEN.

MEN. (1998). *Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental.* Bogotá D.C.: MEN.

MEN. (19 de jUNIO de 2002). Decreto 1278. Bogotá D.C., Colombia.

MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias.* Recuperado el 20 de Enero de 2020, de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf

MEN. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA). Ciencias Naturales.* Bogotá D.C.: MEN.

Mera, L. (2015). Comparación de lo métodos Kjeldahl y Dumas para análisis de proteína cruda en materias primas y productos terminados en una planta de tratamientos balanceados. *Universidad Central de Ecuador. Facultad de Ciencias Químicas. Carrera Química de Alimentos*, Tesis de Grado.

Mineducación. (S. F.). *Colombia Aprende. La red de conocimiento*. Obtenido de Mineducación. La educación es para todos: http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/plan_choco/cie_8_b1_s1_est.pdf

Morales, P., y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 145-157.

Moreira, M. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa. Boletin de Estudios e Investigación*, 83-102.

Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la formación del futuro.* Barcelona: Paidós.

Muñoz, J. (21 de Agosto de 2018). *Magisterio.com.co.* Obtenido de Las ciencias naturales y la investigación en contextos socio-científicos: https://www.magisterio.com.co/articulo/las-ciencias-naturales-y-la-investigacion-en-contextos-socio-cientificos

Múzquiz, Á. (2019). Ciencia, pseudociencia y la Revista de la AEN. *Asociación de especialistas Neuropsiquiatras*, 9-12.

OCDE. (2019). *El trabajo de la OCDE sobre la educación y competencias.* París: OCDE.

Pozo, J., y Gómez, M. (2006). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.* Madrid: Morata S.L.

Redacción Médica. (17 de Junio de 2019). La Nobel de Medicina 2015 de 89 años dice tener la clave contra la malaria. *Redacción Médica*, págs. https://www.redaccionmedica.com/secciones/medicina/la-nobel-de-medicina-2015-de-89-anos-dice-tener-la-clave-contra-la-malaria-1782.

Restrepo, B. (2002). Una variante perdagógica de la investigación-acción educativa. *Revista Iberoamericana De educación*, 1-10.

Restrepo, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Educación y Educadores*, 45-55.

Restrepo, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, 9-19.

Rúa, J. (2008). Un modelo de situación problema para la evalación de competencias matemáticas. *Entre Ciencia e Ingenería*, 9-37.

Rúa, J., Bernaza, G., y Bedoya, J. (2017). El trabajo colaborativo y la solución de problemas de tipo matemático: una vía para la formación ciudadana. *Pedagogía Universitaria*, 94-106.

Sierra, C., Rocha, A., y Sánchez, C. (2015). La importancia de las biomoléculas en la cotidianidad de la alimentación, desde el enfoque didáctico por resolución de problemas. *Asociación Colombiana para la investigación en Educación en Ciencias Y tecnología EDUCyT*, 65-75.

Solbes, J., Palomar, R., y Domínguez, M. (2018). ¿En qué grado afectan las pseudociencias al profesorado? Una mirada al pensamiento de los docentes de ciencias en formación. *Mètode Science Studies Journal.*, 29-35.

Speroni, E., Koval, G., y Galosi, C. (13-17 de junio de 2011). *Proyecto de Extensión: "Aula Naturales".* Obtenido de 9º Congreso Argentino y 4 Latinoamericano de Educación Física y Ciencias: http://congresoeducacionfisica.fahce.unlp.edu.ar

UNESCO. (2015). *La educación para todos, 2000-2015: Logros y desafios.* París: UNESCO.

Universidad de Antioquia. (2014). Resolución de aprobación N° 127223 06 de octubre. En G. d. Antioquia. Medellín: Facultad de educación.

Universidad Nacional de Colombia. (2021). *Maestría en Medicina Alternativa*. Obtenido de Medicina Bogotá: https://medicina.bogota.unal.edu.co/formacion/maestrias/medicina-alternativa

Villamar, J. (2015). El positivismo y la investigación científica. *Revista Empresarial, ICE-FEE-UCSG*, 29-34.