

LOS MICROORGANISMOS Y LA TRANSFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS COMO PROBLEMA DE CONOCIMIENTO

Autores. 1 Aura Ximena García Viviescas. 1 Universidad Pedagógica Nacional, auxgarcia@upn.edu.co.

Tema. Eje temático 1.

Modalidad. 1. Nivel educativo primaria.

Resumen. Este artículo presenta los resultados del trabajo de grado titulado "los microorganismos y la transformación de las sustancias como problema de conocimiento" que tiene como objetivo, profundizar en las condiciones teóricas y técnicas que permiten constituir a los microorganismos como un problema de conocimiento en la comprensión de la transformación de las sustancias en la enseñanza de las Ciencias Naturales por medio de una metodología documental, constituida desde estudios histórico-epistemológicos sobre el instrumento, el experimento y la técnica. Se identifica que hacer de los microorganismos un objeto de estudio es posible bajo los planteamientos de Margulis y Sagan (2005) en relación con, su papel dentro del origen de la pluricelularidad, las condiciones actuales del planeta, el flujo de materia y energía y la transformación de las sustancias.

Palabras claves. Microorganismos, transformación de las sustancias, problemas de conocimiento.

Introducción

Antes del siglo XIX existían posturas mágicas o supra empírica relacionadas con la enfermedad y especialmente aquellas mortíferas, al vincular el contagio como resultado de un castigo divino y en ninguno de los casos se problematiza sobre su causa real. Hoy sabemos, gracias a diferentes estudios científicos que, un sin número de enfermedades son causadas por la presencia y desarrollo de algunos microorganismos en los seres humanos o demás mamíferos.

Construir una mirada histórico-epistemológica de los microorganismos, constituye un reto y un proceso de transformación, hacia la desmitificación de ideas precipitadas y hasta equivocadas que se han tejido sobre estos, vinculados con la suciedad, la enfermedad, la descomposición o como agentes exclusivamente patógenos, limitando de este modo, otro tipo de explicaciones para su comprensión y para su enseñanza en la escuela; por lo cual es pertinente, cuestionar y resignificar dichos planteamientos.

De esta manera, reflexionar sobre la importancia de los microorganismos no sólo circunda en la necesidad de profundizar en ellos como objeto de estudio de las ciencias, sino en su limitado papel dentro de las prácticas frecuentes en la escuela, referidas principalmente a la enunciación de grupos taxonómicos realizando un "inventario" de los seres vivos que hacen parte de esta denominación, sin establecer relaciones con procesos como la observación, la experimentación, ni con fenómenos cercanos a la cotidianidad de los estudiantes como la transformación de las sustancias, además de restringir su enseñanza casi de forma exclusiva desde la conceptualización.

Por tanto, en esta investigación se pretende *profundizar en las condiciones teóricas y técnicas que permiten constituir a los microorganismos como un problema de conocimiento en la comprensión de la transformación de las sustancias* y a partir de allí, construir una propuesta de aula que posibilite su problematización como un objeto de estudio en la enseñanza de las ciencias naturales.

Referentes teóricos

La reflexión del maestro sobre sus prácticas frecuentes en el aula ha de trascender las experiencias anecdóticas y llevar a la complejización del conocimiento, además de reconocer "... la relación sujeto-objeto como una unidad dialéctica de mutua construcción" (Valencia & Vera, 2019a), puesto que estos, son algunos aspectos que caracterizan la actividad del pensamiento científico contemporáneo, y desde las cuales, se desplazan las miradas reduccionistas y mecanicistas cuando se concibe lo vivo y, por el contrario, cobran sentido nociones como relación, emergencia y sistemas complejos y al mismo tiempo, las comprensiones sobre los fenómenos.

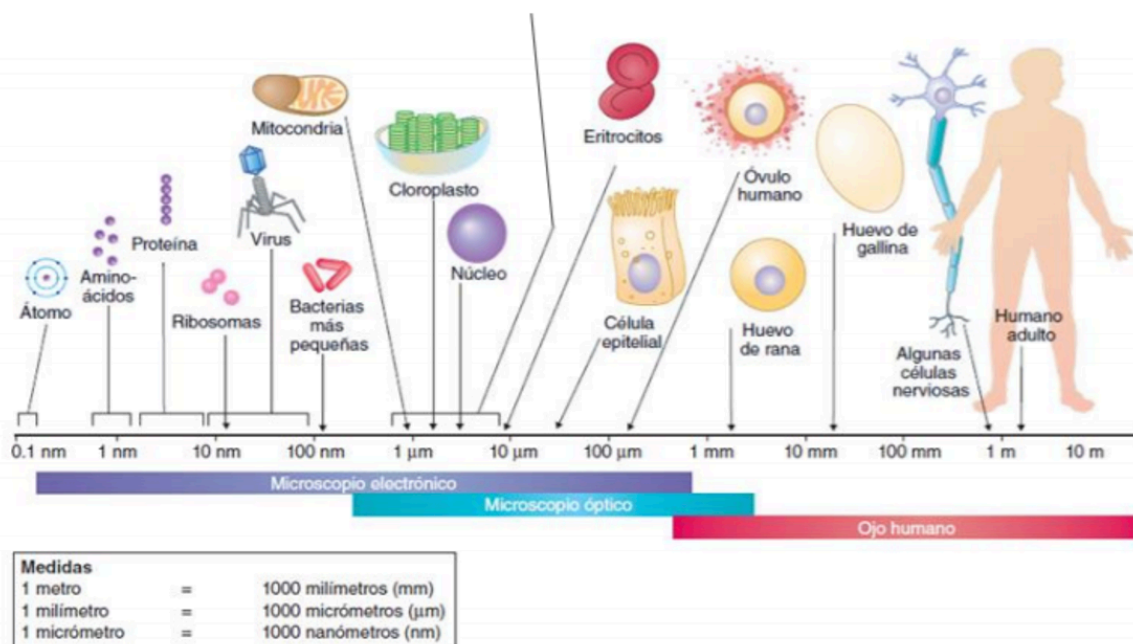
De tal manera, la profundización histórico-epistemológica que se plantea sobre los microorganismos y la transformación de las sustancias más allá de una mirada reduccionista, es un camino desde la complejización de su estudio en la construcción de conocimiento, que permite comprender el proceso de transición entre su papel marginal hasta llegar a vincular a estos seres vivos con la enfermedad, la problematización que ha girado en torno a ellos a lo largo de los siglos como campo explicativo a diferentes fenómenos de la naturaleza y, por último, el papel del instrumento, el experimento y la técnica en la configuración de los microorganismos como objeto de estudio de la biología, además, cómo cada uno de estos elementos aportan en la construcción de una experiencia en el aula.

Quizás desde los albores de la sociedad, los seres humanos han recurrido a procesos empíricos para conservar y transformar las sustancias; por ejemplo, la fermentación de la uva en vino y de la leche en yogurt, pero pocas veces, esto generó preguntas sobre cómo ocurría, más allá de ser procesos habituales y replicables; pero la historia de las Ciencias nos permite indagar cuándo esta pregunta tuvo especial relevancia y por qué fue necesaria la búsqueda de una explicación científica.

En la cotidianidad se encuentran gran variedad de sustancias, que se pueden clasificar a partir de características organolépticas o particulares que inicialmente se relacionan con descripciones dadas por nuestros sentidos, pero ¿qué es lo que nos permite designar a una sustancia de otra? o ¿Cómo una sustancia experimenta una transformación?

A lo largo de la historia la necesidad de explorar y comprender el comportamiento de las sustancias frente a diferentes condiciones generó aproximaciones al estudio de estas que, en primer lugar, se vinculaban a afirmaciones y experiencias relacionadas a lo metafísico relativas a las transmutaciones de la materia que en la alquimia tenía como fin primordial la búsqueda de la piedra filosofal y el elixir de la vida y en segundo lugar, la manipulación de los metales y de prácticas boticarias permitieron construir conocimiento en torno a las sustancias (Sandoval & Aldana, 2020) planteamientos que se convirtieron en la base de la química moderna.

Abordar la transformación de las sustancias implica preguntarse por "la estructura de la materia, el seguimiento de los procesos en la reacción, la cinética química, la termodinámica, entre otros" (Sandoval & Aldana, 2020), además la perspectiva fenomenológica desde la cual se sustentan dichos planteamientos. En este sentido, es necesario señalar que la transformación de una sustancia es el resultado de un cambio físico – químico, en el cual unas sustancias iniciales generan unas nuevas, llamadas productos, habitualmente a partir de reacciones entre los reactivos, donde no hay un tiempo determinado para obtener nuevas sustancias, sino que está ligado a las características de cada uno de los componentes iniciales, como la afinidad, la polaridad, la electronegatividad, la acidez, los potenciales de energía, entre otros (Orozco, 1998) y que tendrá unas implicaciones particulares, cuando dicha transformación es producto de la actividad biológica.



Fuente. Modificado de Unknown, s.f..

Por otra parte, la palabra microorganismo o microbio se utiliza en la ciencia para referirse a aquellos seres vivos, que son demasiado pequeños para ser claramente percibidos a simple vista, término que no constituye una categoría taxonómica sino una forma de referenciar a las formas de vida que “tienen un diámetro inferior a 0,1 mm y que el ojo humano no puede percibirlo en absoluto e incluso en un objeto de 1 mm de diámetro pueden apreciarse muy pocos detalles” (Stanier, et al, 1984), El ojo humano tiene un límite para ver partículas de hasta 40 micras, lo cual hace casi imposible la observación de microorganismos a través de este órgano, por lo cual se hace necesario el uso del microscopio para tal fin (Stanier, et al, 1984; pp.1, 17, 20).

En la figura 1 se presenta una imagen que permite evidenciar las dimensiones métricas entre diferentes formas de vida micro y macroscópicas, donde se comparan diferentes medidas desde un átomo hasta un organismo pluricelular; se centra especial atención a los microorganismos y los rangos de medida numérica en los cuales se encuentran:

Figura 1. Imagen de escala métrica que indica los tamaños relativos desde las micras (μm), centímetros (mm) y metros (m) que se pueden observar a simple vista, con el microscopio óptico y electrónico comparando tamaños de algunas estructuras químicas y biológicas microscópicas y organismos macroscópicos.

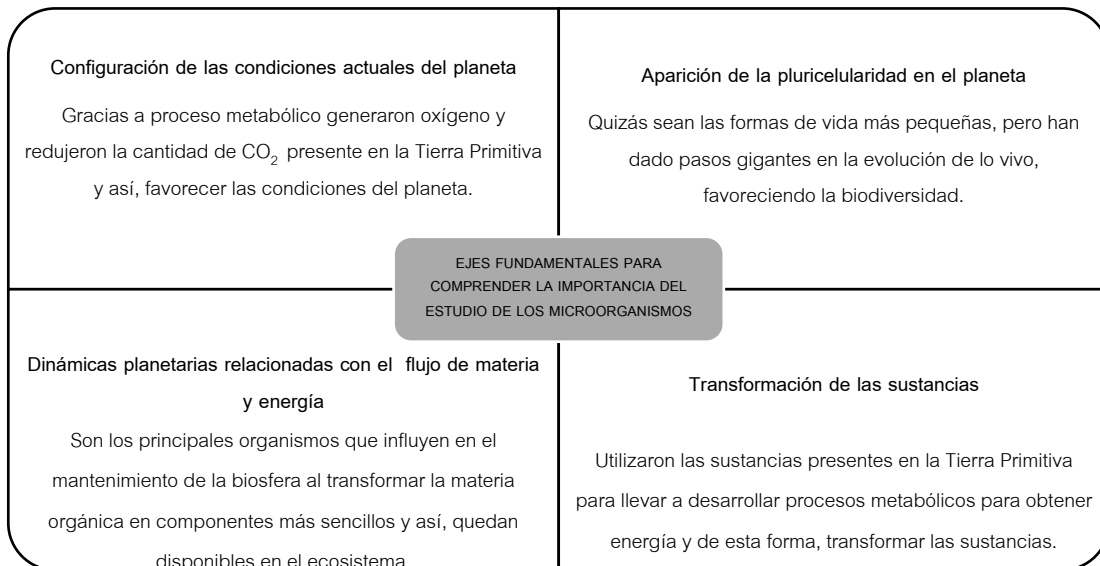
La invención del microscopio permitió observar por primera vez este mundo microbiano, y luego de diversos estudios y caracterización de estos seres vivos, se determinó que presentan una extensa distribución taxonómica: “incluye a algunos protozoos (algunas algas), hongos (levaduras y mohos) y en su mayoría bacterias” (Stanier, et al, 1984).

En consonancia con lo anterior, en la consolidación del cuerpo teórico de los microorganismos, los experimentos de Louis Pasteur juegan un papel fundamental. Luego de diversos experimentos con los cuales desvirtúa la idea de la generación espontánea, hace grandes aportes a la consolidación de un cuerpo teórico, enmarcado principalmente en comprobar que, la enfermedad es provocada por un ser vivo particular y que, los agentes de cualquier fermentación pueden ser aislados al colocarlos en medios de cultivo para su desarrollo, si el ambiente es adecuado. En síntesis, demostró que un microorganismo con características morfológicas particulares presenta exigencias nutricionales específicas y con una capacidad concreta para provocar reacciones químicas que darán como resultado algún tipo de fermentación; además, que los problemas que afectan la productividad de “los procesos fermentativos se debían en la mayoría de los casos a la existencia de gérmenes ajenos, que competían con las levaduras por los nutrientes disponibles, deteriorando el producto final” (Frasán, 2002), a partir de lo anterior, se puede inferir, que Pasteur, confirmó que la transformación de las sustancias se presenta por la acción biológica de un microorganismo cuando las condiciones físicas y químicas son adecuadas para su desarrollo.

No obstante, los planteamientos anteriores, no serían posibles, sin la tríada entre el instrumento, el experimento y la técnica. Aunque la invención del microscopio se originó hacia mediados del siglo XVI, sólo toma relevancia en el siglo XIX cuando Louis Pasteur y Robert Koch lo utilizan para problematizar y buscar respuestas a preguntas vinculadas con la enfermedad y de adentrarse en el campo microscópico, poco explorado siglos anteriores, pero que hizo necesario, experimentos pertinentes centrados en los medios de cultivo que permitían aislar y controlar las condiciones para el seguimiento de los microorganismos y técnicas relacionadas con las tinciones que aumentaban el contraste y la identificación de estructuras y de diversos seres vivos; procesos que permitieron consolidar el cuerpo teórico sobre los microorganismos (Kruif, 1987).

Bajo el panorama anterior, es posible afirmar que, es habitual vincular a los microorganismos, casi de manera inmediata con agentes causantes de infecciones, enfermedades y contaminación. No obstante, para la biología, este es un prejuicio a priori, dado que, según Margulis y Sagan (2005) sin la formación, especialización y proliferación principalmente de los bacteria en la Tierra Primitiva, las condiciones actuales del planeta, la diversidad biológica que hoy conocemos, el reciclaje de materia y energía y la transformación de las sustancias serían procesos inexistentes, como se detalla en la gráfica 1.

Gráfico 1. Ideas principales sobre la importancia del estudio de los microorganismos.



Fuente. Construido a partir de Margulis & Sagan (2005).

Por último, hacer de los microorganismos un objeto de estudio en el aula implica hacer de estos un problema de conocimiento, planteamiento que se sustenta desde el Grupo Eco-Perspectivas del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, al acompañar la formulación, diseño e implementación de propuestas de enseñanza en las ciencias naturales que pretende la problematización de fenómenos naturales en los contextos escolares de educación básica. Estos procesos,

- vinculan concepciones desde las cuales se concibe la ciencia como una actividad de construcción de representaciones del mundo natural y social, las prácticas de su enseñanza como la emergencia de nuevas subjetividades y los problemas de conocimiento como una categoría alternativa para dar cuenta de su complejo devenir (Valencia, et al, 2003).

A tal punto, que se hace pertinente desarrollar "...alternativas didácticas y metodológicas donde los estudiantes puedan vivenciar experiencias de construcción de conocimiento y a los maestros comprender los procesos implicados en dicha construcción" (Valencia, et al, 2003), asunto que se aborda desde los problemas de conocimiento al entender las prácticas de la enseñanza de las ciencias como un actividad de la cultura, y que el conocimiento se constituya a partir de las relaciones alternativas en la problematización de los fenómenos naturales.

Metodología

Se plantea la metodología a partir de la reflexión docente en torno a las prácticas frecuentes en el aula, la profundización en los referentes disciplinares, epistemológicos y pedagógicos que orientan dicho proceso en la enseñanza de las Ciencias Naturales y el reconocimiento del maestro como un profesional de la cultura y del conocimiento, que se asume como

intelectual, que lo lleva a un reconocimiento histórico sobre el cual se han gestado unos imaginarios, ideales y sentidos que determinan la actividad pedagógica cotidiana,

- en la medida que “el maestro reconoce sus imaginarios y reflexiona sobre la forma como asume dichas cuestiones configura el aula como un espacio problemático y la práctica como un objeto de análisis desde donde es posible interrogarla, caracterizarla y reorientarla permanentemente” (Tarazona & Forero, 2019).

Por lo anterior, el proceder metodológico se plantea desde dos perspectivas; un estudio documental de profundización disciplinar, en dos sentidos, a nivel histórico-epistémico para reconocer las preocupaciones, hipótesis, elementos de orden técnico, entre otros que se encuentran a la base de la configuración de los microorganismos como un objeto de estudio, y en segunda, la reflexión pedagógica y didáctica para construir una experiencia en torno a estos seres microscópicos, más allá de la manera habitual en que se aborda su enseñanza en la escuela, principalmente limitado a categorías taxonómicas.

Construir una experiencia sobre los microorganismos y su enseñanza en la escuela se plantea desde la categoría “problemas de conocimiento”, como estrategia epistemológica, pedagógica y didáctica en el diseño de la propuesta de intervención en el aula; en otras palabras, la búsqueda de una alternativa innovadora e integradora que permita problematizar y elaborar explicaciones acerca de la transformación de las sustancias por la acción de los microorganismos, principalmente los bacteria.

Es pertinente señalar que, aunque la propuesta de intervención en el aula “Cazadores de microbios” (Recurso https://issuu.com/ximenagarcia/docs/cartilla_-_los_cazadores_de_microbios) fue diseñada surge en el contexto de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales y es concebida como un espacio para la construcción de experiencias en torno a los microorganismos, con 30 estudiantes de grado 5º de la jornada tarde, del Colegio Rural Quiba Alta I.E.D.– Sede B un sector Rural en la localidad de Ciudad Bolívar (Bogotá, Colombia), no fue posible su implementación durante el primer semestre del 2020, por las condiciones de pandemia por la COVID-19, que implicaban el aislamiento obligatorio y los procesos escolares desde casa.

A partir de lo anterior, fue necesario modificar la estrategia, que si bien partía de la propuesta inicial, este se convirtiera en un material didáctico y que con su posterior implementación en otros escenarios escolares, suponemos se aporta en la problematización y comprensión de los microorganismos y su papel en la transformación de las sustancias en Educación Básica Primaria.

Resultados y discusión

Los desafíos del maestro y el reto de hacer de los microorganismos un problema de conocimiento en el aula

El ejercicio de profundización teórica permite reflexionar sobre los microorganismos como objeto de estudio de la biología y su papel en la transformación de las sustancias, así como en las implicaciones que tiene su enseñanza en la Educación Básica Primaria, asuntos que se abordan a continuación desde tres ejes centrales:

La imagen de ciencia y conocimiento del maestro y sus implicaciones en su práctica pedagógica

Una imagen de la ciencia como una actividad de la cultura, implica asumir que, en el mundo actual, la ciencia es una manifestación cultural considerada como una de las formas más ampliamente aceptada de legitimar nuevas realidades, su construcción se organiza en teorías o leyes que se estructuran sobre la base de grandes debates acerca de lo que son los

hechos y fenómenos y las explicaciones de las causas (Candela, 1999; p. 46); desde esta perspectiva, la ciencia es una manera de ver la realidad y la formación en ese campo "...suministra un lenguaje para ver el mundo que nos rodea, aspectos que de otra manera no veríamos y unos valores muy precisos para juzgar tanto lo que sucede, como lo que se hace y cómo se hace" (Segura, 1995).

Por otra parte, un maestro que concibe la ciencia como una actividad de la cultura, constantemente reflexionará sobre cómo lo sujetos construyen significados y especialmente en la clase de ciencias, propondrá dinámicas de construcción colectiva, donde los grupos interactúen, interroguen, contradigan, acuerden y validen formas de explicar y de comprender los fenómenos naturales y que, a su vez, los nuevos significados que se construyan permitan apropiarse lo que existe por medio de diferentes esquemas y representaciones de mundo. Bajo estos argumentos, la ciencia será una actividad de la cultura que se configura a través de la refutación y la controversia, con un carácter histórico y contextualizado desde donde es posible hacer de los fenómenos un objeto de estudio.

Las implicaciones de esta visión particular de la ciencia se sitúan en un escenario simbólico que se abre a la construcción de nuevas realidades, donde la información de los libros de texto serán fuente de información para documentar, pero donde la observar y las preguntas serán el camino hacia la problematización del fenómeno, la complejización del mundo natural y construir explicaciones alternativas frente a los fenómenos naturales.

El maestro como un intelectual

Un maestro que tiene una postura crítica frente a los planteamientos de la ciencia, los fenómenos naturales y su práctica pedagógica, es aquel que se asume como "un intelectual que constantemente está en la capacidad de repensar y reformar las tradiciones y condiciones que hasta ahora han impedido que los profesores asuman todo su potencial como académicos y profesionales activos y reflexivos" (Giroux, 1997), además, un sujeto capaz de cuestionar el devenir histórico desde el cual ha consolidado unos imaginarios, ideales y sentidos que determinan su actividad pedagógica.

Bajo estos presupuestos, asumir al maestro como un intelectual en la configuración de los microorganismos como un objeto de estudio para las ciencias y su enseñanza se consolida desde: la importancia de los estudios histórico-epistemológicos de las ciencias, el papel de la profundización disciplinar y las propuestas alternativas en la enseñanza de las ciencias naturales; asuntos que se abordan a continuación.

La importancia de los estudios histórico-epistemológicos de las ciencias implica un entramado de relaciones que para el maestro "...aportan elementos de crítica sobre las condiciones de consolidación, validación, legitimación, entre otras, de teorías, leyes, explicaciones y conceptos científicos" (Valencia, 2018) sobre un fenómeno. La profundización histórico-epistemológica se aborda desde dos planteamientos, su papel en la consolidación del cuerpo teórico sobre los microorganismos para la biología y los aportes teórico-experimentales para su estudio.

El reconocimiento del origen microbiano de las fermentaciones, el definitivo abandono de la idea de la generación espontánea, y el triunfo de la teoría microbiana de la enfermedad, representan las conquistas decisivas para la consolidación de los microorganismos como un objeto de estudio para la biología.

Como parte de los estudios histórico-epistemológicos se encuentran las reflexiones relacionadas a los aportes teórico-experimentales en el estudio de los microorganismos, que además tiene un vínculo directo con el objetivo central de la

investigación porque permite *profundizar en las condiciones teóricas y técnicas que permiten constituir a los microorganismos como un problema de conocimiento en la comprensión de la transformación de las sustancias*, por lo cual es fundamental hacer explícita la relación entre el instrumento, el experimento y la técnica para el estudio de los microorganismos y los elementos emergentes que surgieron en la comprensión y complejización de éstos como objeto de estudio.

Es pertinente señalar que el papel del instrumento (microscopio), el experimento (medios de cultivo) y la técnica (las tinciones) para el estudio de los microorganismos, no sólo consolidaron un campo y objeto de estudio llamado microbiología; sino que develan los misterios de la vida microbiana, porque los medios de cultivo nos enfrentan a características particulares de los microbios, lo que hace necesario la observación, la experimentación y la búsqueda de explicaciones y las técnicas de tinción, nos hablan de las diferencias morfológicas entre microorganismos y de la complejidad biológica más allá de la percepción del ojo humano.

Las consideraciones anteriores sobre el instrumento, el experimento y la técnica, no sólo aportan en la comprensión de los microorganismos como un objeto de estudio, sino que brindan elementos de orden teórico-experimental sobre la importancia del uso del microscopio y de la observación bajo los objetivos, los experimentos o medios de cultivo como mecanismos de artificialización para estudiar en condiciones controladas a estos seres vivos y las tinciones como posibilidad para diferenciar estructuras celulares y hasta, un microbio de otro; asuntos, que fueron tenidos en cuenta para el diseño de la propuesta de intervención en el aula.

Por su parte, el papel de la profundización disciplinar permite ahondar en aspectos teórico- prácticos y favorece las comprensiones sobre el objeto de estudio, permitiendo dinámicas de estructuración de los saberes que contemplan contextos de explicación que dan solución a problemáticas, en las cuales podemos rastrear el proceso del surgimiento y consolidación de cuerpos teórico-experimentales (Valencia & Vera, 2019b), lo que implica, la racionalidad crítica, el análisis sistemático de la información y un lenguaje diferenciado de las ciencias. Como resultado de este proceso y al recurrir a la racionalidad crítica, el análisis sistemático y al lenguaje diferenciado de las ciencias, se concluye que, el término microorganismo es operativo y carece de cualquier implicación taxonómica o filogenética y su utilización en las ciencias hace referencia a diferentes grupos de organismos que no son perceptibles al ojo humano, además, que hace relación a su tamaño y a un vínculo directo con el nombre del instrumento que permite su observación y estudio.

En el caso de la transformación de las sustancias, la racionalidad crítica permitió cuestionarse sobre el entramado de relaciones y emergencias que subyacen frente a estos cambios de orden físico, químico y bioquímico, que no pueden ser estudiados de forma fragmentada sino desde la relación, la causalidad, los procesos en cadena, la presencia y ausencia de los microorganismos, las rutas metabólicas, los productos de desecho, y la variedad de transformación de sustancias.

Los microorganismos como objeto de estudio en la enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Básica

Los microorganismos como objeto de estudio en la enseñanza de las ciencias naturales en Educación Básica se configuran como tal, solamente en la medida en que el maestro pueda trascender la idea reduccionista de los microbios asociados exclusivamente a la enfermedad y vinculados con una categoría taxonómica. Ahora bien, para lograr este proceso el maestro debe en su ejercicio profesional profundizar teóricamente en los elementos que permiten la comprensión de éste como un

objeto de conocimiento para la biología y, por otra parte, definir una serie de criterios pedagógicos y didácticos para su enseñanza.

El ejercicio de la profundización teórica no sólo permite documentar el fenómeno sino establecer nuevas comprensiones sobre los microorganismos, sino que hay unos elementos de orden teórico y experimental indispensables para constituir a estas entidades biológicas como un objeto de estudio. Hay asuntos de orden teórico en relación con la denominación, definición y caracterización de los microbios, pero también hay elementos de orden técnico y experimental que están asociados con el uso de instrumentos y una serie de técnicas que permiten su comprensión.

Así mismo, en la profundización teórica el maestro encuentra que los microorganismos son un grupo variado y complejo más allá de lo que se considera al inicio de este trabajo y que, al estudiar, analizar y reflexionar en detalle, es posible identificar su injerencia en la comprensión de diferentes fenómenos de la naturaleza y su importancia en el origen de la vida, como lo plantean Margulis y Sagan (2005), su papel en la configuración de las condiciones actuales del planeta, su importancia en el origen de la pluricelularidad y por consiguiente de la biodiversidad actual, su accionar en la transformación de las sustancias y en el flujo de materia y energía en los ecosistemas y a nivel planetario.

Por otra parte, con el propósito de aportar en la documentación en torno al ámbito de indagación de la presente investigación, referido a la afirmación: *La comprensión de los microorganismos como problema de conocimiento permite explicar la transformación de las sustancias como un producto de la actividad biológica*; se diseñó un material educativo con el fin de ser implementado en la Institución Educativa Distrital Colegio Rural Quiba Alta; sin embargo, debido a la emergencia sanitaria por la COVID-19 dicho proceso, no fue posible.

A partir de lo anterior, se hace referencia, por una parte, a los criterios pedagógicos que se tuvieron en cuenta para el diseño de la propuesta de aula y otros elementos con los cuales se estructuró el material educativo, *"Cazadores de microbios"*, no obstante, la incorporación de los microorganismos como objeto de estudio en la Educación Básica Primaria, no es un asunto que se resuelva solamente desde elementos de orden teórico, sino que es necesario dentro de estas propuestas alternativas, incluir unas formas particulares de trabajo y unos criterios de actuación en el aula.

Los criterios pedagógicos están en relación con los problemas de conocimiento y el desarrollo de un material educativo para configurar una perspectiva compleja y alternativa para la enseñanza de los microorganismos y la transformación de las sustancias y hacer de estos un objeto de estudio en el aula.

Desde los problemas de conocimiento se estructuran como elementos principales el papel de la experiencia, la artificialización, los montajes experimentales y la complejización de explicaciones frente al fenómeno, y desde el desarrollo del material educativo se destacan los recursos gráficos y las fuentes de información digital que aportan en la consolidación del material educativo, como resultado de las reflexiones del maestro sobre las formas particulares de proceder y favorecer la problematización de los fenómenos naturales en el aula.



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Conclusiones

El término microorganismos o microbios es operativo y carece de cualquier implicación taxonómica o filogenética, pero cumple una función epistémica, al ser un concepto que permite establecer vínculos y relaciones para configurar un objeto de estudio al definir, señalar, precisar, discriminar y categorizar procesos multicausales.

Los hallazgos y controversias teóricas abordadas en la investigación develan el complejo escenario y punto de partida hacia la consolidación de los microorganismos como un cuerpo teórico para la biología. Todo inicia por la relación causa-efecto de la transformación de las sustancias, en la que se desconocía el origen de los cambios experimentados por diferentes sustancias, pero que tras procesos constantes de observación y seguimiento de las muestras, se determina que la presencia de agentes biológicos son los que provocan dichos cambios, es decir, la fermentación; planteamientos que son constituidos luego de diversas refutaciones, retrocesos y desarrollos tras el uso y perfeccionamiento del instrumento, los experimentos y las técnicas.

Configurar una perspectiva del maestro como un intelectual implica reconocer la importancia de los estudios histórico-epistemológicos que le permiten asumir una postura crítica frente a los fenómenos naturales, al identificar las controversias, refutaciones, retrocesos y desarrollos que hacen posible la consolidación de un cuerpo teórico; la profundización disciplinar que aporta en la problematización de los fenómenos naturales al situarse desde la racionalidad crítica, el análisis sistemático de la información y con ello, enriquecer el lenguaje diferenciado de las ciencias, relación que hace posible interrogar a los fenómenos y hacer de estos un objeto de estudio y por último, las propuestas alternativas en la enseñanza de las ciencias naturales que favorecen materializar los interrogantes y situaciones problemáticas de los estudiantes y donde el maestro propicia experiencias para hacer de los objetos de estudio un problema de conocimiento en el aula.

Referencias bibliográficas

- Fresán, M. (2002). El vencedor del mundo Invisible: Louis Pasteur. Bogotá D.C.: COLCIENCIAS Alfaomega
- Giroux, H. (1997). Los profesores como intelectuales: Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje. Barcelona: Paidós
- Kruif, P. (1976). Cazadores de microbios. México D.F.: Mexicanos Unidos.
- Margulis, L. & Sagan, D. (2005). ¿Qué es la vida? Barcelona: Tusquets Editores.
- Tarazona, L. & Forero, S. (2019). Introducción. En: Módulo de Pedagogía II: El Aula como sistema de relaciones. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional - Departamento de física.
- Orozco, J. (1998). ¿Un estatuto epistemológico de la química? Historia y Epistemología de las Ciencias, X (21), 175 - 190
- Sandoval, O. S., & Aldana, G. J. (2020). Módulo I: Fenomenología de la transformación de las sustancias. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Segura, D. (1995). La cultura escolar y la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Documento preparatorio para el programa RED de la Universidad Nacional de Colombia.
- Stanier, R; Adelberg, E, & Ingraham, J. (1984). Microbiología. Barcelona: Reverté, S.A.



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

UnKnown, (s.f.). La célula: Unidad básica de la vida. Recuperado de: <http://tu-biologiafacil.blogspot.com/2015/08/la-celula-unidad-basica-de-la-vida.html>

Valencia, S. (2018). Historia y epistemología de las ciencias. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Valencia, S., & Vera, I. (2019a). Módulo I: La respiración: De soplo vital a problema de conocimiento. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional

Valencia, S., & Vera, I. (2019b). Módulo II: El terrario: Una perspectiva fenomenológica para la comprensión de lo vivo. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional

Valencia, S., Orozco, J., Garzón, J., Jiménez, G., Forero, J. & Méndez, O. (2003). Los problemas de conocimiento una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *Colombia Tecne Episteme Y Didaxis*, 14, 109 – 120.