

Aprendizaje de las ciencias naturales durante la pandemia COVID-19 en una Institución Educativa Técnica Rural

Learning of natural sciences during the COVID-19 pandemic in a Rural Technical Educational Institution

Jack Fran Armengot García Pérez¹ 

¹ Área Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Institución Educativa Técnica (IET) Álvaro Molina, Cañón de las Hermosas – Chaparral, Tolima.
jack.garcia@sedtolima.edu.co

Cómo citar este artículo:

García J.F.A. (2022). Aprendizaje de las ciencias naturales durante la pandemia COVID-19 en una Institución Educativa Técnica Rural. *Revista Ciencias Agropecuarias*, 8(1): 7-XX

Resumen

Este estudio presenta un análisis exploratorio de los procesos de aprendizaje, en el área de Ciencias Naturales, de los estudiantes de grado sexto a noveno, de la Institución Educativa Técnica (IET) Álvaro Molina, ubicada en zona rural del municipio de Chaparral, Tolima, Cañón de las Hermosas, durante el primer y segundo periodo del 2021. Para ello se analizó qué temáticas eran consideradas de interés y cuáles no, sumado a qué aprendizajes fueron impactantes al momento de desarrollar un experimento y si les gustaría tener actividades prácticas. Se realizó un total de 88 encuestas, realizadas de manera virtual mediante una encuesta Microsoft Forms, en la que participaron 19 estudiantes del grado sexto, 22 estudiantes de los grados séptimo y octavo y finalmente, 25 estudiantes de grado noveno. Los estudiantes de sexto a noveno mostraron un interés general en las áreas donde se desarrollan actividades prácticas y de trabajo cooperativo, con tendencia a propiciar un mayor número de espacios de aprendizaje, a través de procesos que involucren la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos.

Palabras clave: Cañón de las Hermosas; Ciencias Naturales; método; experimentos.

Abstract

This study presents an exploratory analysis of the learning processes, in the area of Natural Sciences, of students from sixth to ninth grade, of the Álvaro Molina Technical Educational Institution (TEI), located in the rural area of the municipality of Chaparral, Tolima, Cañón de las Herosas, during the first and second periods of 2021. To do this, we analyzed which topics were considered of interest and which were not, added to what lessons were impressive when developing an experiment and if they would like to have practical activities. A total of 88 surveys were conducted, conducted virtually using a Microsoft Forms survey, in which 19 sixth grade students, 22 seventh and eighth grade students and finally 25 ninth grade students participated. The students from sixth to ninth grade showed a general interest in the areas where practical activities and cooperative work are carried out, with a tendency to promote a greater number of learning spaces, through processes that involve problem solving and learning based on Projects.

Keywords: Las Herosas Canyon; natural sciences; method; experiments.

Introducción

Las Ciencias Naturales son las ciencias que estudian los fenómenos y procesos que acontecen en el mundo a través del método científico, procedimiento que parte de analizar datos cuantitativos [1]. También establece modelos matemáticos influenciados por factores antropogénicos o estocásticos que ocurren en la naturaleza. Básicamente las Ciencias Naturales comprenden la Astronomía, Biología, Química, Ciencias de la Tierra y Física [2, 3].

Durante la pandemia del COVID-19 las áreas curriculares debieron integrar las nuevas necesidades para llevar a cabo el proceso de enseñanza sin saturar el currículo, conside-

rando, más allá del Proyecto Educativo Institucional (PEI), una verdadera flexibilidad y corresponsabilidad académica frente a la nueva realidad originada por esta pandemia, en la que el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), así como la experticia y acoplamiento de estos recursos digitales, la disponibilidad y cobertura de internet, marcaron las pautas de los encuentros virtuales y semipresenciales, pero la desigualdad tecnológica en muchas de las zonas rurales de nuestro país hizo que la brecha diferencial entre la educación orientada en las ciudades y la educación en el campo aumentara.

Durante 2020 y 2021 se evidenciaron retos en varios niveles educativos, con frecuencia

las transiciones del trabajo en laboratorios o prácticas presenciales tendieron hacia actividades en plataformas virtuales, así como el uso de la tecnología para fortalecer el aprendizaje en línea y las diversas motivaciones académicas y personales de los alumnos y de los docentes [4]. Los desafíos para los currículos de Ciencias Naturales incluyeron a instructores y estudiantes con exceso de trabajo [5, 6], experiencias educativas de menor calidad y oportunidades para mejorar las competencias docentes [7]. El Grupo del Banco Mundial estimó que el cierre de las escuelas, por la pandemia de COVID-19, provocó en los estudiantes un descenso en los procesos de aprendizaje y dominio de competencias básicas como la lectura, las matemáticas y las ciencias [8]. También aumentaron las desigualdades que afectaron a grupos vulnerables como el de las alumnas, estudiantes de familias pobres y hogares ubicados en la periferia, con bajos y medios ingresos [9], esto, debido a que el acceso a las TIC es más limitado en los hogares con bajos ingresos [10].

El reporte sobre las Pruebas PISA indicó que los malos resultados obtenidos por los países de América Latina, se menciona que: “países como Colombia, que tiene un coeficiente de Gini que muestra la más alta desigualdad en América Latina, también tiene segmentada su educación” [11]. El Coeficiente de Gini (G) es un estimador de la desigualdad utilizado ampliamente en estudios de campo. El G

puede ser aplicado tanto en la dimensión financiera como en la educación y sus valores varían entre 0 (que se refiere a la igualdad) y 1 (que determina la desigualdad) [12]. Para el 2021, en Colombia el coeficiente de Gini fue de 0,523 y en el 2020, el coeficiente fue de 0,544 [13]. Los coeficientes de Gini respecto a la educación, disminuyen a medida que aumenta el nivel educativo promedio. Sólo en pocos países como Colombia, Costa Rica, Perú y Venezuela ha empeorado de manera significativa desde la década de los 80, lo que demuestra que la desigualdad va en aumento [14].

Una educación fundamentada en la equidad es aquella que permite a los individuos tener ingreso a la educación de calidad, sin que su condición socioeconómica sea una barrera [15]. La desigualdad en la educación afecta el bienestar y las garantías propias del sistema formativo para determinados individuos o grupos específicos [16].

Dentro del planteamiento de Desarrollo Territorial Integral se consideran cambios en diversas fuerzas socio culturales, una de ellas es la educación proveedora de herramientas necesarias para analizar e interactuar con el mundo. Sin embargo, los registros indican diferencias entre las garantías educativas que tienen los infantes y adolescentes en la ciudad en comparación con la ruralidad [17]. El objetivo de este estudio fue reconocer de forma diagnóstica y cuantitativa el proce-

so de aprendizaje en las Ciencias Naturales para los grados de sexto a noveno durante el primer y segundo periodo del año escolar 2021.

Materiales y Métodos

Se desarrolló un cuestionario de Microsoft Forms® para los estudiantes de grado sexto a noveno, de la IET Álvaro Molina (la sede principal se localiza en el Cañón de las Hermosas, zona rural de la vereda Santa Barbara, del municipio del Chaparral, Tolima), que estuvo habilitado del 6 al 20 de septiembre de 2021. Esta estrategia permitió recolectar e identificar los temas de interés y las experiencias significativas. El cuestionario presentó una estructura de opción múltiple con respuesta única, de cuatro preguntas: la primera estuvo relacionada con el tema de Ciencias Naturales, abordado en los dos primeros periodos, que más le interesó. La segunda pregunta estuvo enfocada hacia el tema que menos le interesó de esta misma área y durante el mismo tiempo. La tercera pregunta se encaminó hacia la identificación de la experiencia significativa mediada por un experimento realizado con el método científico; la última pregunta indagó sobre si le gustaría, tal vez o no realizar más experimentos dentro de las temáticas de las Ciencias Naturales. Todos los cuestionarios solicitaron el rango de edad y sexo.

De grado sexto 19 estudiantes participaron en la encuesta: 13 niñas y 6 niños con edades

entre 10 a 14 años. De grado séptimo participaron 22 estudiantes: 12 niñas y 10 niños con edades mínimas de 11 años y máximas de 13 años. De grado octavo 22 estudiantes respondieron la encuesta: 13 niñas y 9 niños con edades mínimas de 13 años y máximas entre 15 años y, de grado noveno participaron 25 estudiantes: 15 niñas y 10 niños con edades mínimas de 13 años y máximas de 18 años. Luego de ello se calculó en una matriz de Excel las respuestas, los porcentajes y las tendencias de las cuatro preguntas del cuestionario.

Resultados y discusión

Grado Sexto

En grado sexto el 33 % de los estudiantes mostraron una tendencia de aprendizaje por la estructura y función celular (Figura 1). El 37 % identificó como tema de menor interés a la materia, energía y movimiento (Figura 2). Las experiencias de aprendizaje en el experimento realizado con la cebolla cabezona fueron relevantes para el 53 % de los estudiantes que mostraron motivación en la toma, medición y registro de datos y el 89 % mencionó la necesidad de realizar más experimentos dentro de las áreas de Ciencias Naturales.

Los intereses de los estudiantes de sexto grado se orientaron hacia temáticas como la estructura y función celular. Probablemente

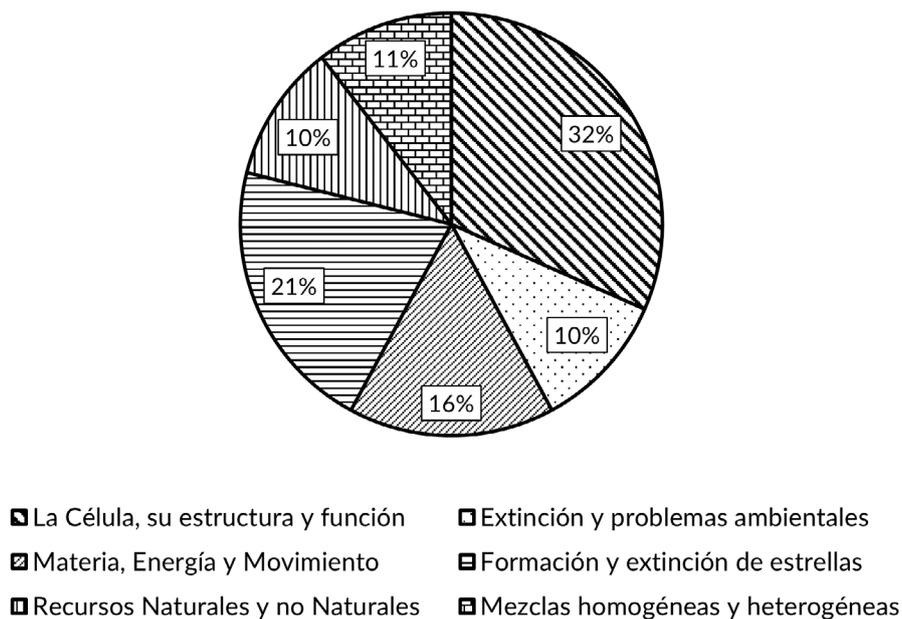


Fig. 1. Porcentaje de temas de mayor interés para los estudiantes de grado sexto, del área de Ciencias Naturales

Fuente: Elaboración propia, 2021.

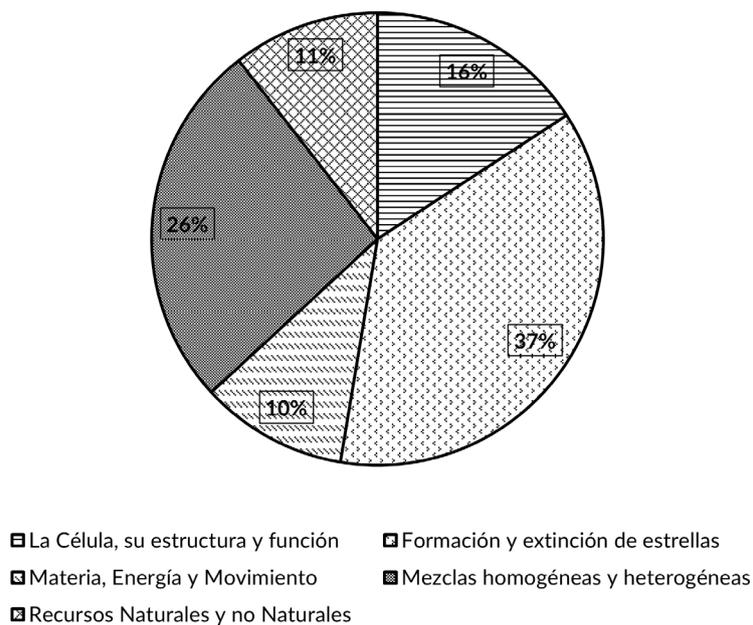


Fig. 2. Porcentaje de temas de menor interés para los estudiantes de grado sexto, del área de Ciencias Naturales

Fuente: Elaboración propia, 2021.

porque durante el desarrollo de estos conceptos los estudiantes reconocieron y dibujaron las estructuras celulares principales, teniendo como referentes gráficos y talleres que fueron entregados en físico, describiendo de este modo la relación de los organelos y sus funciones. La acción de dibujar se asocia a la inteligencia visual-espacial o la capacidad para integrar las formas de las imágenes, identificarlas o mentalizarlas previamente [18]. El aprendizaje de las ciencias requiere de analogías y homologías, de diferencias y similitudes, así como del análisis de los elementos que componen un sistema, de modo que, dibujar es una actividad indispensable para aprender ciencias, no obstante, la técnica de dibujo en sí misma puede resultar solo de un proceso de imitación y memoria, por lo que es necesario llevarlo a campos que conciben modelos críticos, creativos e innovadores [19].

En este mismo grado, el tema de menor interés fue: materia, energía y movimiento. Este resultado difiere de la reflexión de la práctica docente realizado con profesores de ciencias naturales, en el que se analizó la relación entre enseñanza y aprendizaje en las áreas de física y química, por medio de una encuesta a los estudiantes. En términos generales, los alumnos consideraron que la física aporta en su componente cognitivo y personal, pero no influye directamente en la concepción de valores [20]. En el caso particular de la Física es necesario que el docente oriente al estu-

dante hacia la formulación de preguntas de tipo investigativo, con el fin de generar interés científico considerando un mundo desde las partículas, las moléculas y sus dinámicas [21].

Respecto a la experiencia de aprendizaje en el grado sexto, en el experimento relacionado con el crecimiento radicular, realizado con la cebolla cabezona, se determinó un aprendizaje en la secuencia de toma y registro de datos, lo que es muy importante en términos de metodología científica, ya que una buena organización de estos datos es necesaria para su posterior análisis. La interacción, observación y análisis de un fenómeno relacionado con el crecimiento en plantas o procesos como la difusión, integran la curiosidad científica así como la disciplina en el registro de variables. Bajo esta premisa se propone por ejemplo, que en la enseñanza del método científico también exista relación entre actitudes y valores, con delimitar un problema que desarrolle una actitud intelectual, de manera que el proceso sea una forma de acercamiento a la complejidad presente en los procesos y variables de la naturaleza [22].

La interpretación del fenómeno del crecimiento se integra con los cambios físicos del individuo, relacionándolo con un proceso de maduración del organismo y los estados por las cuales este debe pasar, donde se considera que en la madurez el crecimiento se detiene y, por tanto, la complejidad del enveje-

cimiento no se puede considerar solamente por medio de los sentidos. En el escenario escolar desde la lógica de la temporalidad y crecimiento celular, se hace necesario entender la fisiología de plantas y animales en sinergia con los intereses y las circunstancias que permitan analizar contextos y procesos como la germinación, el desarrollo, y la reproducción [23]. Los fenómenos presentaron secuencias espacio temporales, causalidad y linealidad en algunos casos, por lo cual, su primer acercamiento desde lo cotidiano permite entender, por ejemplo, los cambios físicos en el crecimiento dentro del desarrollo humano [24]. Partiendo del lenguaje de lo común, la naturaleza de los fenómenos propone una invitación al interés, la imaginación y la motivación en los estudiantes, sin dejar a un lado la conceptualización científica, por el contrario, transversalizando conocimientos, saberes y experiencias al integrar el ambiente, la dimensión senti-pensante y el primer territorio expresado en lo corporal.

Grado séptimo

En el grado séptimo 45 % de los estudiantes registraron una tendencia de aprendizaje en los elementos de la tabla periódica y la configuración electrónica (Figura 3). No obstante, el 32 % de los estudiantes también consideró este tema como de menor interés (Figura 4). En el caso de las experiencias de aprendizaje, el 36 % de los estudiantes consideraron importante el experimento de difusión realizado con la zanahoria y el desarrollo de

conclusiones y, de nuevo, el 77 %, consideró la necesidad de realizar más experimentos dentro de las áreas de ciencias naturales.

Para el grado séptimo se identificó una dualidad en el interés y desinterés de temas en el área de la Química relacionados con la tabla periódica y la configuración electrónica, el aprendizaje de conceptos como moléculas, átomos, niveles de energía, números atómicos, entre otros, resultan ser de fácil comprensión para algunos estudiantes y para otros, pueden ser desmotivadores al no tener presente los ritmos y estilos de aprendizaje. Bajo esta perspectiva, se considera por ejemplo, que la falta de interés se encuentra desde la enseñanza media, ya que tradicionalmente la Química se considera como un conocimiento desde lo teórico expositivo y magistral, lo cual conlleva a un enfoque de las ciencias desde la memorización [25]. La Química es una ciencia que avanza rápidamente tanto en términos teóricos y prácticos, porque constantemente aparecen procesos emergentes en su enseñanza, donde la interpretación de estos conocimientos puede ser una barrera para los estudiantes [26]. El entendimiento de fenómenos y procesos químicos y físicos, requiere en muchos casos de abstracciones y análisis matemáticos que, al no ser frecuentes en la realidad del estudiante o en su entorno familiar, generan diferentes obstáculos en la apropiación de estos conocimiento y más aún, en su practicidad, por lo cual se hace necesario el incre-

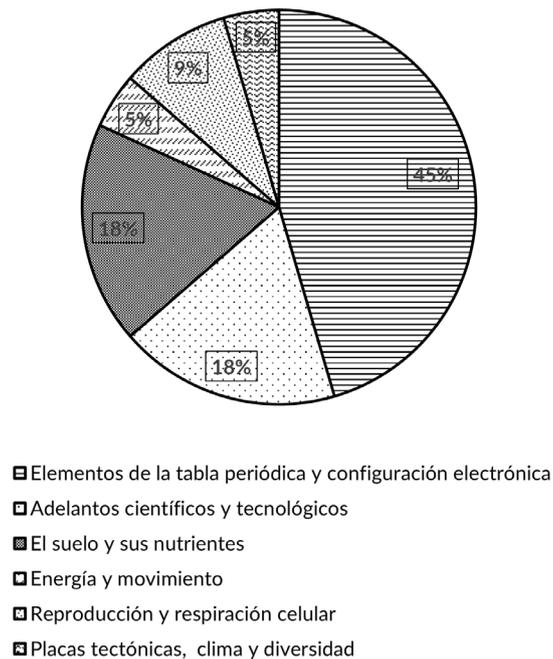


Fig. 3. Porcentaje de temas de Ciencias Naturales con más interés para los estudiantes de grado séptimo

Fuente: Elaboración propia, 2021.

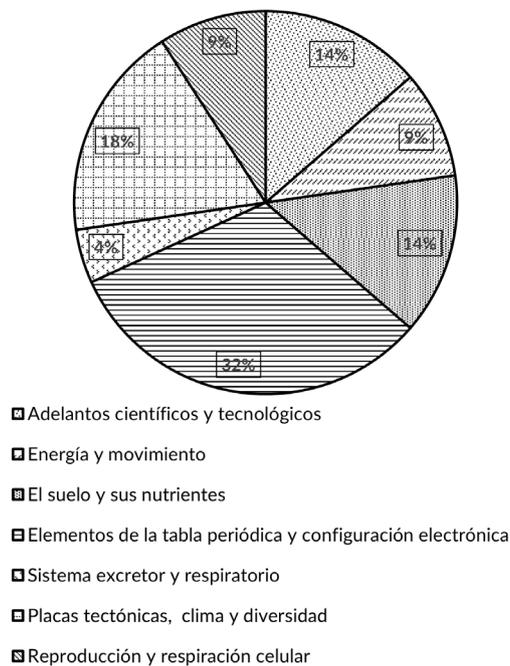


Fig. 4. Porcentaje de temas de menos interés para los estudiantes de grado séptimo, en el área de Ciencias Naturales

Fuente: Elaboración propia, 2021.

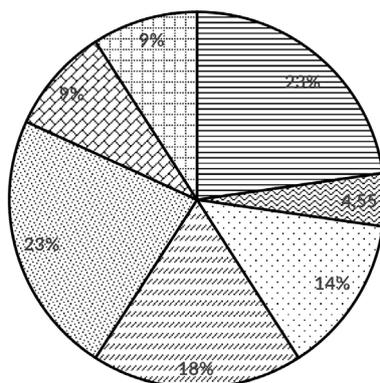
mento de prácticas de laboratorio creativas, motivadoras y con reactivos e insumos de uso diario, confirmando en este estudio el interés de los estudiantes por más prácticas y acercamientos experimentales.

Grado Octavo

En el grado octavo se registró, al igual que en el grado séptimo, un interés del 23 % y un desinterés del 27 % en el aprendizaje de los elementos de la tabla periódica y la configuración electrónica (Figuras 5 y 6). Dentro del contexto curricular el 50 % de los estudiantes expresaron la necesidad de realizar más experimentos en el área de la química.

Los resultados de grado octavo arrojaron que el interés por construir el conocimiento desde lo práctico equivale al 50 % de los estudiantes, frente al otro 50 % que se encuentra totalmente desmotivado con los propósitos de aprendizaje en los temas relacionados con la Química. El aprendizaje de la Química no debe de ser un proceso lineal, ya que es una sucesión de numerosos avances y regresiones en el cual influyen los conocimientos previos, así como las concepciones que van construyendo los alumnos [27]. Un desafío desde la enseñanza de la Química es su continua contextualización [28], es decir, la necesidad de identificar contenidos útiles y aplicables en la realidad de los estudiantes, bajo una interpretación social de la Química [29].

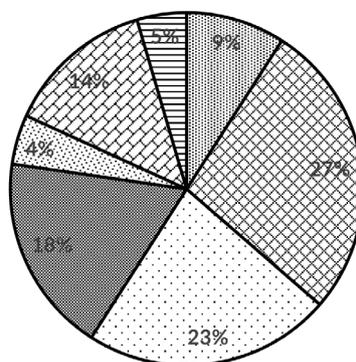
Los alumnos aprenden mejor cuando participan en una clase cooperativa que cuando reciben información de forma pasiva. El aprendizaje es un proceso social de interacción con los compañeros porque se inscribe en un contexto de reciprocidad, ya que tanto alumnos como profesores trabajan juntos para construir el conocimiento. Los profesores de Química deben crear un entorno de enseñanza-aprendizaje más propicio para sus alumnos, con el fin de satisfacer los dominios de aprendizaje afectivo, cognitivo y psicomotor, además de tareas individuales y en grupo que direccionen el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje combinado donde se integran los conocimientos teóricos con el trabajo de laboratorio [30]. La aceptación del otro como un sujeto activo en la construcción de un conocimiento emergente, multidimensional, que parte de las experiencias, presaberes, motivaciones e interés, es crucial en todas las áreas presentes en las ciencias naturales y demás áreas dentro del contexto curricular. Solo por medio del reconocimiento, respeto y valoración de la unicidad y otredad en el aprendizaje, se accede al pensamiento científico en simbiosis con la identidad, pertenencia y diversidad sociocultural.



- Tabla periódica y configuración electrónica
- Microorganismo patógenos y benéficos
- Sistema inmune
- Diversidad y Extinción
- Método científico
- Genética y Herencia
- Teorías y modelos atómicos

Fig. 5. Porcentaje de temas de mayor interés en Ciencias Naturales para los estudiantes de grado octavo

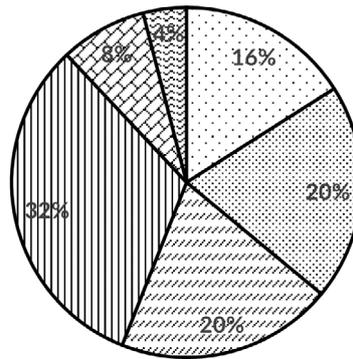
Fuente: Elaboración propia, 2021.



- Método científico
- Tabla periódica y configuración electrónica
- Genética y Herencia
- Fuerzas electrostáticas y magnéticas
- Diversidad y Extinción
- Sistema Inmune
- Teorías y modelos atómicos

Fig. 6. Porcentaje de temas de Ciencias Naturales con menos interés para los estudiantes de grado octavo

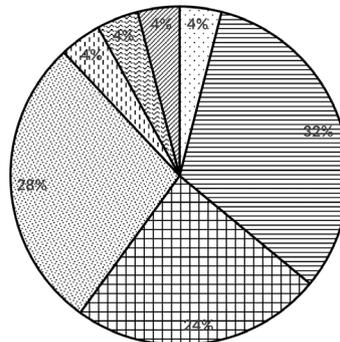
Fuente: Elaboración propia, 2021.



- ▣ Componentes de una solución química
- ▣ Estados de la Materia
- ▣ Ecosistemas y adaptaciones al medio
- ▣ Aparatos reproductores masculino y femenino con su respectiva función.
- ▣ Biodiversidad y Evolución
- ▣ Procesos del RNA y DNA

Fig. 7. Porcentaje temas de Ciencias Naturales de más interés para los estudiantes de grado noveno

Fuente: Elaboración propia, 2021.



- ▣ Biodiversidad y Evolución
- ▣ Procesos del DNA y RNA
- ▣ Mecanismos naturales y artificiales de control poblacional
- ▣ Componentes de una solución química
- ▣ Estados de la Materia
- ▣ Aparatos reproductores masculino y femenino con su respectiva función.
- ▣ Ecosistemas y adaptaciones al medio

Fig. 8. Porcentaje de temas de Ciencias Naturales de menos interés para los estudiantes de grado noveno

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Grado Noveno

En el grado noveno el 32 % de los estudiantes presentaron mayor interés en la temática de morfología y fisiología de los aparatos reproductores y desinterés en el aprendizaje de los procesos moleculares presentes en el ADN y ARN (Figura 7 y 8). Al igual que el grado octavo, el 40 % los estudiantes identificaron la necesidad de realizar más encuentros experimentales desde la Química.

Los resultados de grado noveno indican un interés particular por la sexualidad dada la curiosidad de la adolescencia y a los cambios endocrinos. La educación sexual integral se basa en el enfoque responsable y multidisciplinar de la sexualidad, que busca evitar sesgos, contemplando las diversas dimensiones constitutivas de la misma (psicológica, biológica, socioeconómica, jurídica, espiritual, cultural y ética) [31]. Mientras la educación sexual abre posibilidades de debates, reflexiones, curiosidades y autocuidado en los adolescentes, temas como los procesos celulares mediados por el ADN y ARN pueden derivar en un menor interés en términos del aprendizaje, al ser considerados desde lo básico y teórico sin prácticas como por ejemplo la extracción de ADN de material biológico.

En este grado también la Química resultó ser el campo de las Ciencias Naturales en donde los estudiantes les gustaría contar con actividades que impliquen mayor experi-

mentación, patrón que también se pudo establecer en los grados de séptimo y octavo. Esta tendencia puede resultar en un insumo potencial para los planes de mejora en esta área, donde se aborde una mayor replicabilidad y desarrollo de actividades experimentales, incluyendo prácticas de laboratorio con elementos domésticos o cotidianos que expliquen algunos procesos básicos. La enseñanza de la Física y la Química, durante la pandemia, demostró que lo importante en las actividades experimentales es el proceso autónomo y de investigación de los estudiantes, el pensamiento crítico y la capacidad de concluir desde los resultados, además de la socialización de los mismos [32].

Conclusión

En este estudio exploratorio en el que se abordaron diferentes áreas de las Ciencias Naturales, se identificó la necesidad de incrementar actividades contextualizada y sujetas a prácticas en el campo de la Química y biología para los estudiantes, con el fin de constituir escenarios de aprendizaje significativo, a través de procesos que relacionan el método científico, la creatividad, los ritmos y estilos de aprendizaje.

Agradecimientos

En la revisión del texto, al docente Hernán Darío Fontecha Tarazona, orientador en el programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cundinamarca, Girardot.

Referencias

- [1] Ledoux, S.F. (2002). Defining natural sciences. *Behavior Today*, 5(1), 34. In: Guo, R. (2018). *Studying Borders, Evaluating Border Effects. Cross-Border Resource Management*, 51–80. Disponible en: <https://bit.ly/3PABBzp>
- [2] Barr, S.M. (2006). A students guide to natural science. Wilmington: Intercollegiate Studies Institute, Wilmington. In: Guo, R. (2018). *Studying Borders, Evaluating Border Effects. Cross-Border Resource Management*, 51–80.
- [3] Simhony, M. (2006). Invitation to the natural physics of matter, space, and radiation. Singapore: World Scientific Publishing Co. Inc. In: Guo, R. (2018). *Studying Borders, Evaluating Border Effects. Cross-Border Resource Management*, 51–80.
- [4] Mahler, R.L.; Krzic, M.; Garramon Merkle, B.; Moorberg, C. y Brevik, E.C. (2021). Natural sciences education in a COVID-19 world. *Natural Sciences Education*. 50 (2): e20067. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/nse2.20067>
- [5] Collins, C.; Landivar, L.C.; Ruppner, L. y Scarborough, W.J. (2021). COVID-19 and the gender gap in work hours. *Gender Work Organ*, 28(S1), 549–560. In: Mahler RL, Krzic M, Garramon Merkle B, Moorberg C, & Brevik EC. *Natural sciences education in a COVID-19 world. Natural Sciences Education*. 50 (2): e20067.
- [6] Yang, C.; Chen, A. y Chen, Y. (2021). College students' stress and health in the COVID-19 pandemic: The role of academic workload, separation from school, and fears of contagion. *PLOS One*, 16, e0246676. In: Mahler RL, Krzic M, Garramon Merkle B, Moorberg C, & Brevik EC. *Natural sciences education in a COVID-19 world. Nat Sci Educ*. 2021;50:e20067.
- [7] Garcia, E. y Weiss, E. (2020). COVID-19 and student performance, equity, and U.S. education policy: Lessons from pre-pandemic research to inform relief, recovery, and rebuilding. Washington, DC: Economic Policy Institute. In: Mahler RL, Krzic M, Garramon Merkle B, Moorberg C, & Brevik EC. *Natural sciences education in a COVID-19 world. Nat Sci Educ*. 2021;50:e20067. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/nse2.20067>
- [8] Azevedo, J.P.; Hasan, A.; Goldemberg, D.; Iqbal, S.A. y Geven, K. (2020). Simulating the Potential Impacts of COVID-19 School Closures on Schooling and Learning Outcomes: A Set of Global Estimates. The World Bank. In: Mengfan Wu, Qiwei Yu, Sabrina L. Li, Liqiang Zhang, (2022). *Geographic and gender disparities in global education achievement during the COVID-19 pandemic, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 111.
- [9] Armitage, R. y Nellums, L.B. (2020). Considering inequalities in the school closure response to COVID-19. *Lancet Glob. Heal*. 8, e644. In: Mengfan Wu, Qiwei Yu, Sabrina L. Li, Liqiang Zhang, (2022). *Geographic and gender disparities in global education achievement during the COVID-19 pandemic, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 111.
- [10] World Bank. The Human Capital Index 2020 Update—Human Capital in the Time of COVID-19 (2020). In: Mengfan Wu, Qiwei Yu, Sabrina L. Li, Liqiang Zhang, (2022). *Geographic and gender disparities in global education achievement during the COVID-19 pandemic, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 111.
- [11] García-Jaramillo S. (2020). COVID-19 and primary and secondary education: The impact of the crisis and public policy implications for Latin America and the Caribbean. In López-Calva L. F., Meléndez M., editors. *The socio-economic im-*

- plications of the COVID-19 pandemic: ideas for policy action [Internet]. New York-USA: UNDP 2020 [citado mayo 16, 2022]. Disponible en: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/latinamerica/undp-rblac-Socio-Economic-Implication-Volumen1-EN.pdf#page=167>
- [12] Ministerio de Educación Nacional. (2006). Los indicadores de equidad en el sistema educativo: Una aproximación teórica. Documento elaborado por la Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas Centro de Investigaciones para el Desarrollo –CID. Bogotá, D.C. 36 pp. Disponible en: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-124037_archivo_pdf.pdf
- [13] DANE. (26 de abril de 2022). Comunicado de prensa Pobreza monetaria Año 2021. Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE Bogotá, Republica de Colombia. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/Comunicado-pobreza-monetaria_2021.pdf
- [14] Thomas, Vinod and Wang, Yan and Fan, Xibo. (2000). Measuring Education Inequality: Gini Coefficients of Education. 37 pp. Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=258182
- [15] Rodríguez, C. (septiembre de 2009). Diferencias en las oportunidades educativas de las personas según su origen social en el estado de Hidalgo. En Consejo Mexicano de Investigación Educativa (Ed.), Memoria electrónica del X Congreso Nacional de Investigación Educativa [CD-ROM] (pp. 1-14). México: Editor. En: Favila Tello A., J. C. L. Navarro Chávez. (2017). Desigualdad educativa y su relación con la distribución del ingreso en los estados mexicanos. CPU-e. Revista de Investigación Educativa, núm. 24, pp. 75-98. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2831/283149560005/html/>
- [16] Subirats, J., Gomá, R., & Brugué, J. (2005). Análisis de los factores de exclusión social. Bilbao: Fundación BBVA. En: Favila Tello A., J. C. L. Navarro Chávez. (2017). Desigualdad educativa y su relación con la distribución del ingreso en los estados mexicanos. CPU-e. Revista de Investigación Educativa, núm. 24, pp. 75-98. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2831/283149560005/html/>
- [17] Acosta Valdeleón, Wilson; Ángel Pardo, Nadia Catalina; Pérez Pérez, Tito; Vargas Rojas, Adriana; and Cárdenas Sánchez, Daniel, “Liderazgo en la educación rural con enfoque territorial” (2020). Libros en acceso abierto. 74. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/libros/74>
- [18] Gardner, H. (1994). Estructura de la mente: La teoría de las múltiples inteligencias. México: Fondo de Cultura Económica.
- [19] Arturo Saúl. (2012). Estrategias para estimular el dibujo en los estudiantes de educación inicial. Revista de Investigación, 36 (77), 147-164. Recuperado en 10 de mayo de 2022, de <http://bit.ly/3YtlBmT>
- [20] Lerner, N. (2007). Drawing to learn sciences: Legacies of Agassiz. J. technical writing and communication, Vol. 37 (4), 379-394. En: Lombart, Víctor & Catalán, Valentín. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. Revista Eureka. 12. 441-455.
- [21] Morales, L. M. C. A. Mazzitelli. A. del Carmen Olivera. La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en el nivel secundario desde la opinión de estudiantes. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, vol. 10, núm. 2, pp. 11-19, 2015.
- [22] Díaz Sotero P. (11 febrero, 2020). Las ciencias en la escuela: un «salto de conocimiento»

necesario para el futuro 'STEM'. Recuperado de [https:// bit.ly/3YmaBb3](https://bit.ly/3YmaBb3)

[23] Jaime-Mirabal, Gloria M., & Ladino-Luna, Delfino. (2018). El Método Científico como Alternativa Didáctica de Educación en Valores para Escuelas de Ingeniería. Formación universitaria, 11(5), 3-10. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000500003>

[24] Alzate, Agudelo, E. A. (2021). El fenómeno del crecimiento en plantas como un proceso multicausal desde los problemas de conocimiento. Trabajo de Grado como requisito para optar por el título como Magister en Docencia de las Ciencias Naturales. universidad pedagógica nacional facultad de ciencia y tecnología departamento de física. Bogotá, D.C. 242 pp. Recuperado de: <http://bit.ly/3j3rUNQ>

[25] Ministerio de Educación. (2013). Desarrollo y crecimiento humano, Comprensión de la discapacidad I, Tomo 1. Viceministerio de Educación Superior de Formación Profesional / Dirección General de Formación de Maestros. Primera edición. La Paz-Bolivia. 162 pp. Recuperado de: [https:// bit.ly/3uRHmS](https://bit.ly/3uRHmS)

[26] Garritz, A. (2001). Veinte años de la teoría del cambio conceptual. Educación química, vol. 12 (3): 123-126. En: Busquets T., M. Silva, P. Larrosa. Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales. Nuevas aproximaciones y desafíos. Estudios Pedagógicos, Número Especial 40 años: 117-135, 2016.

[27] Bullaude, M., Córdoba, L., Torres, M. y de Morán, J. (2008). Análisis de Metodologías de Estudio en Química Inorgánica. Formación Universitaria, vol. 1(6), 29-34. En: Busquets T., M. Silva, P. Larrosa. Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales. Nuevas aproximaciones y desafíos. Estudios Pedagógicos, Número Especial 40 años: 117-135, 2016.

[28] Tafoya Sánchez, M. P. (2009). La enseñanza y el aprendizaje de la química en educación secundaria. Tesis para obtener el título de Licenciada en Pedagogía. Unidad Pedagógica Nacional. Unidad Ajusco Licenciatura en Pedagogía. México. 140 pp.

[29] Parga - Lozano, Diana Lineth, & Piñeros-Carranza, Gloria Yaneth. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. Educación química, 29 (1), 55-64. Recuperado de: [https:// bit.ly/3FSxxq3](https://bit.ly/3FSxxq3)

[30] Caamaño, A. (2006). Repensar el currículo de química en el bachillerato. Primera Trobada de professors de Química de la Universitat de Barcelona i professors de química de batxillerat. En: Parga-Lozano, Diana Lineth, & Piñeros-Carranza, Gloria Yaneth. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. Educación química, 29 (1), 55-64. Recuperado de: [https:// bit.ly/3FSxxq34](https://bit.ly/3FSxxq34)

[31] Zahid Ullah., Nosheen Saba, Muhammad Abouzar, Sumera Imran, Nida, Muhammad Ismail khan, Yasir Faheem, Adnan Ahmad. (2020). Paradigm Shift in Education: Learning through Social Constructivism Secondary School Classroom Experiences. International Journal of Innovation, Creativity and Change. 11 (7): 814-821.

[32] González, D. N., Florentin, I. B. (2020). Educación sexual integral en tiempos de pandemia; la inclusión social y educativa ¿para quiénes? XII Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología. XXVII Jornadas de Investigación. XVI Encuentro de Investigadores en Psicología del Mercosur. II Encuentro de Investigación de Terapia Ocupacional. II Encuentro de Musicoterapia. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

[33] Pérez Vicente A. (2021). La enseñanza de la física y la química en tiempos de pandemia. Real

Sociedad Española de la Química. An. Quím., 117 (2): 150-155.

[34] Castillo, M. C. R. (2020). Tendencias de investigación sobre educación sexual en algunos países de América Latina y Europa. *Cultura Científica*, (18), 155-174.

[35] Mseleku, Z. (2020). A literature review of E-learning and E-teaching in the era of Covid-19 pandemic. *SAGE*, 57(52), 588-597.