



Actitudes de estudiantes de secundaria hacia las Ciencias Naturales: estudio preliminar datos ROSES

- Attitudes of High School Students towards Natural Science: Preliminary Study of ROSES' Data
- Atitudes dos alunos do ensino médio em Relação às Ciências Naturais: estudo preliminar dos Dados do ROSES

Resumen

En las últimas décadas, el estudio de las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia se ha constituido en un aspecto de especial interés en el ámbito investigativo, lo que ha llevado a proponer diversas perspectivas sobre el proceso educativo de los educandos en formación. El presente documento analiza los datos iniciales tomados por el proyecto internacional ROSES (Relevance of Science Education Second) en la ciudad de Bogotá, Colombia, en especial la sección del cuestionario denominada "lo que me gustaría aprender" que pretende evaluar actitudes e intereses de quienes finalizan su proceso básico de educación secundaria sobre aspectos de la cotidianidad relacionados con la aplicación de las Ciencias Naturales (biología, física, química, geociencia) y la tecnología, así como los conceptos básicos propios de cada una de estas disciplinas. La metodología utilizada para el análisis de la información es de corte mixto, a partir de la triangulación de los datos empíricos obtenidos del instrumento ROSES, los documentos de carácter pedagógico referente a las políticas públicas en educación de Colombia y la naturaleza de las ciencias a partir de la orientación de la taxonomía de temas y subtemas de ciencia, tecnología, sociedad y ambiente propuesto por Vázquez (2014). De los resultados y conclusiones se evidencia la necesidad de la incorporación de los elementos actitudinales que destacan los estudiantes, como orientación para la construcción de un currículo ajustado a sus necesidades y al contexto.

Palabras clave

actitudes hacia la ciencia; categorización de actitudes; naturaleza de las ciencias; proyecto ROSES

Pablo Alfonso Montoya-Ramirez* 
Rosa Nidia Tuay-Sigua** 

* Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Profesor, Secretaría de Educación de Bogotá. pamontoyar@upn.edu.co

** Doctora en Lógica, Historia y Filosofía de la Ciencia. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. rtuay@pedagogica.edu.co



Abstract

In recent decades, the study of students' attitudes towards science has become an aspect of special interest in the research field, which has led to propose various perspectives on the educational process of students in training. This document analyzes the initial data collected by the international project ROSES (Relevance of Science Education Second) in the city of Bogotá, Colombia, especially the section of the questionnaire called "what I would like to learn" which aims to assess attitudes and interests of those who finish their basic secondary education process on aspects of daily life related to the application of Natural Sciences (biology, physics, chemistry, geoscience) and technology, as well as the basic concepts of each one of these disciplines. The methodology used for the analysis of the information is of a mixed nature, based on the triangulation of the empirical data obtained from the ROSES instrument, the pedagogical documents related to Colombian's public education policies and the nature of the sciences from orientation of the taxonomy of themes and sub-themes of science, technology, society and environment proposed by Vázquez (2014). The results and conclusions show, the need to incorporate the attitudinal elements highlighted by the students, as orientation for the construction of a curriculum adjusted to their needs and context.

Keywords

attitudes towards science; categorization of attitudes; nature of science; ROSES project

Resumo

Nas últimas décadas, o estudo das atitudes dos estudantes face às ciências tornou-se um aspecto de especial interesse no campo da pesquisa, o que tem levado a propor diversas perspectivas sobre o processo educacional dos estudantes em formação. Este documento analisa os dados iniciais coletados pelo projeto internacional ROSES (Relevance of Science Education Second) na cidade de Bogotá, Colômbia, especialmente a seção do questionário chamada "o que eu gostaria de aprender" que visa avaliar atitudes e interesses de aqueles que concluem o ensino médio básico sobre aspectos da vida cotidiana relacionados à aplicação das Ciências Naturais (biologia, física, química, geociências) e da tecnologia, bem como os conceitos básicos próprios de cada uma dessas disciplinas. A metodologia utilizada para a análise da informação é de natureza mista, baseada na triangulação dos dados empíricos obtidos do instrumento ROSES, os documentos pedagógicos das políticas públicas em educação na Colômbia e a natureza das ciências a partir da orientação da taxonomia de temas e subtemas de ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente proposta por Vázquez (2014). Dos resultados e conclusões fica evidente a necessidade de incorporar os elementos atitudinais destacados pelos alunos, como orientação para a construção de um currículo ajustado às suas necessidades e ao contexto.

Palavras-chave

atitudes em relação à ciência; categorização de atitudes; natureza da ciência; projeto ROSES

Introducción

El propósito del presente artículo es evidenciar las actitudes de los estudiantes de educación básica secundaria hacia las ciencias naturales, siendo un avance de la investigación doctoral: actitudes de los estudiantes colombianos de 15 años hacia las ciencias naturales, la cual se basa en el estudio internacional ROSES, que se encuentra adscrito al Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, en convenio con la Universidad de Islas Baleares (UIB-ICE/IRIE), del cual se toman los datos obtenidos en la aplicación del instrumento ROSES (*Relevance of Science Education-Second*) a estudiantes de la ciudad de Bogotá.

El desarrollo tecnológico de los últimos cincuenta años ha impactado de manera significativa a la gran mayoría de la humanidad. La incorporación de herramientas digitales en ámbitos sociales, económicos, políticos y culturales ha permitido evidenciar el cambio hacia lo que Daniel Bell llamó la sociedad de la información, la cual se soporta en el desarrollo del conocimiento y sus aplicaciones, convirtiéndose en fuente de producción y riqueza, donde la productividad y la innovación son elementos fundamentales para su desarrollo. (Druker, 1993).

Esta sociedad del conocimiento y la información tiene diversas implicaciones como lo afirma Juan Carlos Tedesco (1998), en lo relativo a la manera en que los individuos interactúan, se relacionan y organizan. Por esto, la educación como parte esencial de la cultura y la sociedad, tiene un papel primordial, en la formación de las nuevas generaciones, con la tarea inalienable de brindar las herramientas necesarias para un mundo que cambia con rapidez.

Desde este punto de vista, el desarrollo de habilidades y capacidades en el proceso

educativo requiere estar acorde con las transformaciones que presenta el contexto, por lo que la educación en ciencias toma especial relevancia, tanto por su relación intrínseca con los avances tecnológicos y los conocimientos específicos de las disciplinas, como con la necesidad de potenciar en cada individuo el uso adecuado de estos, a partir de una cultura científica que le permita la toma de decisiones de manera informada. Así, las investigaciones en educación son de suma importancia, más aún, si se encuentran en el área de las ciencias naturales. Es de resaltar, que por mucho tiempo estas se han centrado en la enseñanza, por ende en la visión del educador, sin embargo, desde hace algunas décadas el desarrollo investigativo ha cambiado, tornando la indagación hacia lo que piensa el estudiante respecto de su propio aprendizaje.

Esto último, orienta el presente documento, donde el punto de vista del estudiante respecto al proceso educativo se hace relevante para establecer discusiones pedagógicas, a partir de elementos como el conocimiento de los intereses y actitudes de los estudiantes, los cuales permiten fundamentar de mejor manera la toma de decisiones sobre el currículo de ciencias naturales, de tal forma que armonice con las condiciones sociales, culturales y económicas presentes, brindando las herramientas necesarias para un desenvolvimiento adecuado de las generaciones que se forman para el futuro.

Una manera en que los estados han recabado información para la toma de decisiones sobre sus sistemas educativos ha sido las pruebas internacionales estandarizadas, en las cuales se ha priorizado la evaluación de conocimientos y su aplicación en contextos específicos. Muestra de esto son las pruebas TIMMS (*Trends in Mathematics and Science Study*), en la cual se enfatiza la evaluación en ciencias y matemáticas donde Colombia tuvo

participación en dos ocasiones 2003 y 2007 (*Institute of Education Sciences, s.f.*), y PISA (*Programme for International Student Assessment*), que evalúa las áreas de ciencias, matemáticas y lenguaje, siendo este último el referente internacional por el cual se ha decantado el país, alcanzando para el momento en que se escribe este documento su sexta cita. (OECD, s.f.)

Por su puesto, los resultados y estudios que se han realizado a partir de estas pruebas internacionales han permitido evaluar aspectos importantes sobre los sistemas de educación de los países pertenecientes a la OECD (*Organisation Economic Cooperation and Development*) y algunos elementos correspondientes a los estudiantes en los apartes contextuales, incorporados en las últimas aplicaciones. Sin embargo, se requiere ahondar aún más en aquellas situaciones afectivas que involucran percepciones y actitudes de los estudiantes que hacen parte del mismo proceso educativo (Mellado, 2013), permitiendo una visión más amplia de este. Otras aportaciones, que no son necesariamente desde el ámbito institucional, pero que contribuyen significativamente al contexto de la educación en ciencias, corresponden a las investigaciones sobre las actitudes de los estudiantes hacia su aprendizaje y la valoración que hacen de ellas, las cuales han nutrido la discusión y la de decisiones en diversos ámbitos (Sjøberg y Schreiner, 2019).

El estudio ROSE se ha constituido en uno de los más relevantes en este sentido, dada la incidencia en la discusión educativa en ciencias, aún en los países que no fueron parte de él. Este estudio fue direccionado desde la Universidad de Oslo por los doctores Sjøberg y Schreiner a inicios del presente siglo, quienes evidenciaron la necesidad de integrar aspectos diferentes al desarrollo cognitivo, centrándose en la evaluación de la percepción y actitudes de los estudiantes hacia las ciencias naturales y la tecnología. Producto del análisis de los datos recabados, se desarrollaron investigaciones en los diversos países participantes, además de los informes parciales y finales del proyecto, publicados por los investigadores principales en 2019. Aunque Colombia no hizo parte del estudio, algunos investigadores han hecho uso de los aportes tanto del instrumento de aplicación, que fue traducido y adaptado desde la Universidad de Islas Baleares por los doctores Manassero y Vázquez, como de los resultados obtenidos, permitiendo avanzar en sus propias propuestas. En este sentido, según se evidencia en diversas publicaciones de los últimos años, el país ha realizado un avance en la incorporación de estos aspectos, más allá de que los cuales han sido desarrollados para instituciones determinadas o poblaciones específicas, lo que muestra la necesidad de estudios de mayor amplitud, que permitan un análisis generalizado para la construcción de referentes colombianos para adelantar propuestas de mayor relevancia para la educación en las ciencias naturales.

Teórico

Políticas educativas

La estructuración y cohesión de los procesos en educación son elementos requeridos para dar alcance a los objetivos propuestos en ella; esto es posible a través del establecimiento de orientaciones que permitan a los diferentes actores tomar su lugar y proceder en consecuencia. Este punto de vista se encuentra en concordancia con la definición de política pública propuesta por Dye (1992, como se citó en Rizvi y Lingard, 2013), la cual corresponde a “cualquier cosa que los gobiernos decidan hacer o no hacer”.

Esta afirmación establece la consideración de diversos elementos que se ponen en juego para llevar a cabo los objetivos propuestos por un gobierno para el desarrollo de sus políticas. La educación, por tanto, no está exenta de ella, por el contrario, hace parte de estas visiones que se tienen para la estructuración del estado a partir de los diferentes gobiernos que en un momento dado ejercen el poder en una nación.

Desde este punto de vista, el estado colombiano ha elaborado políticas públicas en dos ámbitos en lo relativo a la educación básica (primaria y secundaria) y media, el primero, el aspecto legal, donde se provee la normatividad en la cual se determinan los deberes y derechos de la sociedad frente al ámbito de formación de los ciudadanos. El segundo está constituido por el aspecto pedagógico, ligado intrínsecamente al ámbito legislativo.

En el primer aspecto se encuentran tres documentos legales esenciales que son: la constitución política de Colombia, donde se establece la educación como derecho fundamental para los colombianos, siendo responsables de esta el estado, la sociedad y la familia.

El segundo es la ley 115 de 1994 (ley general de educación) donde se determinan las normas generales para la regulación de la educación en el país, así como los objetivos de cada nivel educativo (preescolar, básica y media), el establecimiento del plan nacional de desarrollo educativo (plan decenal de educación), en el cual se estipulan las acciones pertinentes para dar cumplimiento a la carta política. Por otro lado, presenta el concepto de currículo, el cual debe ser desarrollado por las instituciones educativas con la asesoría de las secretarías de educación de su jurisdicción. De igual manera, establece que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) es el ente encargado para elaborar los lineamientos generales para el desarrollo del currículo, así como los indicadores de logro de los grados pertenecientes a cada nivel, las orientaciones para la realización del plan de estudios, la distribución en áreas obligatorias, fundamentales y optativas, estableciendo “objetivos por niveles, grados, y áreas, metodología, tiempos y criterios de evaluación y administración” (MEN, 1994) según el proyecto educativo institucional (PEI) y lo establecido por la ley.

La tercera corresponde a la reglamentación de la ley general de educación, con el decreto 1860 de 1994, donde se dispusieron aspectos pedagógicos y administrativos. Sin embargo, para el desarrollo de este documento es de mayor interés el capítulo quinto de esta legislación, donde se establecen las orientaciones curriculares, especificando los elementos del plan de estudio, el servicio social estudiantil, el servicio de orientación escolar, algunas particularidades del uso del material didáctico y de los espacios escolares.

El segundo elemento en el desarrollo de las políticas públicas de educación se encuentra en aquellas que dan “orientaciones pedagógicas, didácticas y conceptuales a los currículos institucionales” (MEN, 1998), a partir de los

lineamientos curriculares (MEN, 1998), los estándares básicos de aprendizaje (MEN, 2004; 2006) y los derechos básicos de aprendizaje (2016).

Estos documentos fueron presentados para diversas áreas del conocimiento, sin embargo, en este artículo, se tomarán como marco referencial los establecidos para las ciencias naturales. En este orden de ideas, y teniendo en cuenta la presentación cronológica de estos documentos, se inicia con el análisis de los lineamientos curriculares, los cuales están compuestos por tres apartados. En el primero se presentan los referentes teóricos, donde se soporta la propuesta a partir de elementos filosóficos y epistemológicos, basados en el valor del mundo de la vida de Husserl (1936 como se citó en MEN 1998), centrándose en la persona, donde la perspectiva subjetiva de cada sujeto tiene un valor, que le permite interpretar una realidad, siendo enriquecida por el conocimiento científico. Este se encuentra en relación directa con el conocimiento común, la tecnología y su aplicación a la vida práctica, a partir de la concepción de naturaleza de la ciencia.

Dentro de este apartado, también se presentan los referentes sociológicos en los que la escuela tiene un papel preponderante ya que entabla relaciones con el entorno desde su institucionalidad, así como en su interior, a partir del trabajo colectivo que permite dar un nuevo significado a su labor desde el trabajo colectivo.

Esto implica que la escuela no es un ente aislado de la realidad, en palabras de Husserl, del mundo de la vida, por tanto, la escuela debe ser el lugar donde se relaciona el conocimiento de la ciencia con lo que sucede en el entorno, sea este próximo o lejano, lo cual implica necesariamente la reflexión desde diferentes ámbitos educativos; para con ello, establecer diálogos con el contexto para tener pertinencia en el trabajo pedagógico que se desarrolla. El tercer aparte se encuentra dedicado al aspecto psico-cognitivo, el cual tiene como principal eje la construcción del pensamiento científico, a partir de los procesos de pensamiento junto a la creatividad para hallar caminos diversos en la resolución de problemas.

La segunda sección del documento se encuentra dedicada a los aspectos pedagógicos y didácticos en relación con los referentes teóricos. En medio de este diálogo se encuentran los docentes y estudiantes, quienes son protagonistas en el acto educativo, de quienes se necesita un cambio en el rol que han asumido en la clase de ciencias. Para los primeros, implica modificar la manera en que se ha asumido la enseñanza de la ciencia, donde más que resultados, se requiere una reconstrucción de las condiciones que se dieron para que la propuesta teórica pudiera dar cuenta del fenómeno estudiado, lo cual determina no solo tener conocimiento acerca de un aspecto teórico determinado, sino que es necesaria una ampliación interdisciplinaria para una mejor comprensión del constructo de un saber. Por otro lado, desde el ámbito de los estudiantes se requiere que su participación sea activa dentro del proceso, donde la reflexión sobre su aprendizaje le lleve a tener mayor conciencia sobre lo que aprende y la manera en que lo aborda, de tal manera que la elaboración que pudiera llevar

a cabo sea enriquecedora, permitiendo así un entendimiento contextualizado de su realidad.

La última sección de los lineamientos plantea un ejemplo de la aplicación de estos, en el diseño de una propuesta curricular, no sin antes realizar una revisión de conceptos a tener en cuenta en su estructuración, a partir de los fines de la educación, los objetivos generales y específicos en el proceso educativo, así como la conceptualización de los logros, su importancia y la relación intrínseca con los indicadores. A la sazón de desarrollar esta propuesta, se plantean tres elementos básicos que la fundamentan: primero, el estudiante es el centro del proceso. Segundo, las ciencias son construcciones del ser humano que tienen diversas complejidades donde su clasificación solo es entendida por la organización para una mejor comprensión de estas, no existiendo una escisión real al interior de las ciencias naturales, así como de las ciencias sociales. Tercero, el conocimiento tiene sentido solo en el mundo de la vida, lo que permite la adaptación del ser humano a su entorno, e implica que no es posible un conocimiento sin un contexto en el cual se refleje y sea aplicable. A partir de lo anterior, se plantea a manera de orientación una propuesta de una ejecución curricular en un contexto específico de la enseñanza de las ciencias naturales, en donde los conceptos estructurantes son elementos fundamentales para su desarrollo, entendiendo que estos permiten analizar los fenómenos y situaciones desde diferentes perspectivas, brindando una forma diferencial de entender y desarrollar el proceso educativo en esta área.

Esta perspectiva relaciona humanidad, naturaleza, ciencia, tecnología y sociedad. Como se puede prever, las situaciones a estudiar se tornan complejas requiriendo la participación de saberes más allá de la especificidad de las ciencias naturales (biología, química y física), estableciendo de esta manera un trabajo

conjunto desde perspectivas diferentes. Lo anterior permite presentar una propuesta de currículo para el área de ciencias naturales y educación ambiental, así como su estructuración en contenidos desde un planteamiento amplio para los grados iniciales de preescolar hasta el último año de educación media. Posterior a esto, el estado colombiano asume la elaboración de un documento en sintonía con los lineamientos curriculares, el cual inició un proceso de construcción desde el año 2002, siendo consolidado en la publicación de 2006 (Cárdenas, 2021).

La finalidad de este documento es brindar un marco referencial para el diseño del currículo, el plan de estudios, los proyectos escolares, la producción de apoyos educativos, así como el diseño de prácticas de evaluación, además de aportar en la formulación de programas y proyectos para la formación inicial del profesorado, como también en la cualificación de docentes en ejercicio (MEN, 2006). Por otro lado, los estándares establecen criterios de juzgamiento del nivel de desarrollo de las competencias de un estudiante, así como la implementación del proyecto educativo institucional (PEI) o el sistema educativo nacional respecto a unas expectativas comunes de calidad (MEN, 2006).

En este sentido, el documento presenta una noción sobre calidad, que parte del análisis de la divergencia entre lo esperado que produjera el sistema educativo a partir de la escolarización y sus reales aportes al desarrollo social y las necesidades de la sociedad. Esto desembocó en la revisión de las exigencias sociales, donde los estudiantes debían de tener las condiciones necesarias “para desarrollar sus habilidades y valores” en aras de “vivir, convivir, ser productivo y seguir aprendiendo a lo largo de la vida” (MEN, 2006).

Como resultado de la diferencia mencionada, se llegó a establecer la necesidad

de la incorporación de factores asociados (currículo, recursos, prácticas pedagógicas, organización de las escuelas y cualificación docente) (MEN, 2006), como elementos imprescindibles para alcanzar los resultados deseados, en pro del desarrollo del país y su sociedad. Por tanto, se evidencia la función de los estándares como punto de referencia para la comparación entre lo establecido por el mismo documento y lo desarrollado en la escuela, de tal forma que se pueda determinar el nivel en el cual se encuentran los estudiantes al pasar por la escuela y precisar si se requiere un ajuste en el proceso, lo cual se estipula en los planes de mejoramiento continuo que desarrolla cada institución. En este mismo sentido, y para dar cumplimiento a la ley 115 de 1994 (Ley general de educación) en su artículo 78, referente al diseño de los “lineamientos generales de los procesos curriculares”, el estado colombiano elabora un tercer documento, el cual denominó derechos básicos de aprendizaje (DBA), los cuales tienen como finalidad hacer explícitos “los aprendizajes estructurantes para un grado y un área en particular” (MEN, 2016). Cabe anotar que allí se estipula que el aprendizaje estructurante es una manera de organizar los procesos de conocimiento y habilidades para alcanzar un aprendizaje.

Es evidente que en las últimas décadas el estado colombiano, a través de varios gobiernos, se ha dado a la tarea de construir referentes en política pública que direccionan el desarrollo de la escuela desde los ámbitos epistemológico, filosófico, pedagógico y didáctico con perspectiva diferencial a lo estructurado en el pasado. Para el caso de las ciencias naturales, ha propuesto una perspectiva tendiente a hacer del futuro ciudadano, una persona que pueda incorporar el conocimiento científico escolar a su vida cotidiana, para tener un conocimiento informado, de tal manera que pueda tomar decisiones de la forma más acertada posible, según las condiciones del contexto.

La naturaleza de la ciencia

Las condiciones cambiantes en ámbitos tales como la economía, la política y la cultura, precisan que el proceso educativo este acorde con las nuevas condiciones que presenta el contexto, no solo para mantenerse en consonancia con los avances propiciados por los conocimientos y sus aplicaciones, sino con el cumplimiento de la preparación de las futuras generaciones, que es uno de sus propósitos rectores. La consecución de este objetivo requiere adecuar los procesos pedagógicos y didácticos con las nuevas condiciones. Por esto, desde diversos ámbitos educativos se han realizado esfuerzos para establecer nuevas visiones que permitan una enseñanza-aprendizaje acorde con las necesidades del medio. Desde este punto de vista, la educación en ciencias presenta una evolución notable en las últimas décadas del siglo xx y en las primeras del presente, específicamente en el desarrollo de la didáctica de las ciencias a partir de su consolidación como disciplina académica (Aduriz-Bravo, 2007), estableciéndose como una alternativa a los métodos tradicionales de enseñanza de las ciencias.

De los diferentes estudios y aportaciones en este campo se hace relevante lo que McComas (1998) ha denominado la naturaleza de la ciencia (NDC) (NOS por sus siglas en inglés: nature of science) donde no solo tienen lugar los contenidos disciplinares, pues junto a estos, se incorporan metaciencias como la historia, la filosofía, la epistemología, y la sociología de la ciencia. De esta forma, la NDC aporta y enriquece el trabajo en el aula en lo relativo a la enseñanza de las ciencias, no solo en el entendimiento de estas, como una construcción humana, tendiente a la producción de conocimiento (Ayala, Ariza y García, 2021), sino que permite un cambio en la manera en que ciencia y científico son vistos por la sociedad. A pesar de lo expuesto, la NDC presenta multiplicidad de acepciones, no existiendo un consenso sobre su definición, por tanto, en lo que atañe al presente documento, se asumirá la línea establecida por el profesor Aduriz-Bravo (2005) como “un conjunto de ideas meta-científicas con valor para la enseñanza de las ciencias naturales”.

Para establecer las circunstancias en las cuales la ciencia se desarrolla, sus cambios y su relación con la sociedad y la cultura, el autor señala tres ejes o perspectivas de análisis, a saber: epistémico, histórico y sociológico. Con lo cual se pueden establecer tres objetivos (Aduriz- Bravo *et al.* 2013): conocimiento en torno a la ciencia, gracias a la reflexión que se hace a cerca de esta; alfabetización científica a partir de la revisión de los contenidos de la naturaleza de las ciencias y constitución de un elemento orientador en el proceso pedagógico que lo establece también como objeto de estudio.

La incorporación de las metaciencias en la enseñanza de las ciencias, incluye el desarrollo de formación de personas que ejerzan la ciudadanía dentro de un ámbito

social a partir de una postura crítica, con responsabilidad y autonomía, según lo exponen Matthews, (1994), Mc Comas (1998) y Driver (1996), desde una perspectiva más completa y ajustada a su realidad, es decir, personas con una cultura científica (Izquierdo *et al.*, 2016) que, a partir del desarrollo de sus habilidades de pensamiento, construyan argumentos con base en juicios que permitan la toma de decisiones fundamentadas. (Tuay *et al.*, 2020). Adicionalmente, Aduriz Bravo y Ariza (2013), plantean el establecimiento de tres finalidades para la naturaleza de las ciencias: intrínseca, cultural e instrumental. Esto se encuentra basado en la reflexión racional y razonable, sentido en el que la ciencia es una creación humana que no se encuentra aislada de otros ámbitos, que se hayan inmersos en ella y que la enriquecen para dar una visión más completa, lo cual permite que la enseñanza y el aprendizaje de los constructos de la ciencia tengan una perspectiva más amplia y contextualizada.

La NDC permite a los estudiantes una perspectiva crítica sobre la ciencia (Izquierdo *et al.*, 2016), ofreciendo una imagen diferente a la que se encuentra en el imaginario colectivo de la sociedad y de los científicos, brindando una visión más humana, donde las personas construyen la ciencia, alejándose de la exposición de productos acabados y mostrando la complejidad de la actividad científica. (Izquierdo *et al.*, 2016). Por tanto, la NDC brinda una alternativa en la enseñanza de las ciencias naturales, respecto al método tradicional, permitiendo la contextualización de la construcción de las ideas científicas, mostrando una ciencia humana, que permite la reflexión racional llevando a los estudiantes hacia una postura crítica respecto a su entorno cada vez más tecnificado, para la toma de decisiones

fundamentadas, partir de metaciencias como la filosofía, la sociología, la historia y la epistemología de las ciencias.

Medición de actitudes hacia la ciencia y la tecnología

Las actitudes hacia la ciencia y la tecnología se han constituido en elementos fundamentales para el avance y comprensión de los procesos de aula. Sin embargo, para realizar su categorización y evaluación, se requiere establecer una revisión de la conceptualización, teniendo en cuenta las diversas acepciones existentes. Un acercamiento para la comprensión del concepto de actitud es el realizado en la investigación de Vázquez y Manassero (1995), respecto a la postura del profesorado del área de ciencias, quienes lo identifican como la “disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje de la ciencia”, lo cual se evidencia en la manera en que los alumnos asumen su responsabilidad dentro y fuera del aula con sus deberes académicos, a partir de la motivación, agrado y disposición hacia sus clases. Sin embargo, como lo enuncian los mismos autores, esta es solo una aproximación a un concepto complejo que tiene diversos puntos de vista. En este sentido, Gardner (1975a, como se citó en Vázquez y Manassero, 1995) establece que “las actitudes hacia la ciencia serían las disposiciones, tendencias o inclinaciones a responder hacia todos los elementos (acciones, personas, situaciones o ideas) implicados en el aprendizaje de la ciencia”, lo cual tiene alcances que se encuentran fuera de la discusión de este documento.

Teniendo en cuenta la multiplicidad de elementos que se configuran para la concepción de actitudes, es necesario establecer una organización para su estudio y posterior evaluación. En este sentido, Aikenhead *et al.* (1989 citado por Aikenhead y Ryan, 1992) desarrollaron el cuestionario VOSTS por sus siglas en inglés (*View son ScienceTechnology and Society*), siendo denominado en español COCTS (Cuestionario de Opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad) (Bennassar *et al.*, 2010) el cual sirvió de base para el desarrollado por Rubba y Harkness (1993), llamado TBA-STs (*Teacher’s Belief About Science-Tecnology- Society*) y el desarrollado por Manassero *et al.* (2003), el cual es una adaptación al español y al portugués del COCTS.

El desarrollo de este cuestionario permite la organización de los temas y subtemas de ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, lo cual en palabras de Vázquez (2014) “ofrece una valiosa taxonomía para un mapeo completo del campo CTSA”.

Tabla 1. *Taxonomía de los temas de ciencia- tecnología-sociedad-ambiente*

Temas	Subtemas
Definiciones de ciencia y tecnología	
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia; 02. Tecnología; 03. I+D; 04. Interdependencia.
Sociología externa de la ciencia	
2. Influencia de la sociedad sobre la Ciencia/ Tecnología	01. Gobierno; 02. Industria; 03. Ejército; 04. Ética; 05. Instituciones educativas; 06. Grupos de presión; 07. Influencia sobre científicos; 08. Influencia general.
4. Influencia de Ciencia/Tecnología sobre la sociedad	01. Responsabilidad social; 02. Decisiones sociales; 03. Problemas sociales; 04. Resolución de problemas; 05. Bienestar económico; 06. Contribución al poder militar; 07. Contribución al pensamiento social; 08. Influencia general.
5. Influencia de la ciencia escolar sobre la sociedad	01. Unión de las dos culturas; 02. Fortalecimiento social; 03. Caracterización escolar de la ciencia.
Sociología interna de la ciencia	
6. Características de los científicos	01. Motivaciones; 02. Valores y normas; 03. Ideologías; 04. Capacidades; 05. Efecto del género; 06. Infrarrepresentación de las mujeres.
7. Construcción social del conocimiento científico	01. Colectivización; 02. Decisiones científicas; 03. Comunicación profesional; 04. Competencia profesional; 05. Interacciones sociales; 06. Influencia de individuos; 07. Influencia nacional; 08. Ciencia pública vs. privada
8. Construcción social de la tecnología	01. Decisiones tecnológicas; 02. Tecnología autónoma.
Epistemología	
9. Naturaleza del conocimiento científico	01. Observaciones; 02. Modelos científicos; 03. Esquemas de clasificación; 04. Provisionalidad; 05. Hipótesis, teorías y leyes; 06. Aproximación a las investigaciones; 07. Precisión e incertidumbre; 08. Razonamiento lógico; 09. Supuestos de la ciencia; 10. Estatus epistemológico; 11. Paradigmas vs. coherencia de conceptos.

Fuente: Vázquez (2014).

La organización de temas y subtemas de la taxonomía COCTS no solo permite el establecimiento del cuestionario mismo, sino que a su vez da cabida a evaluaciones y análisis sobre la naturaleza de las ciencias, como se realiza en el presente estudio.

La relevancia de la educación científica (Segundo)

Relevance of Science Education-Second (ROSES), es un proyecto internacional de investigación comparada, el cual pretende indagar a los estudiantes que finalizan el proceso educativo obligatorio su punto de vista sobre la ciencia y la tecnología (C y T) en los ámbitos escolar y extraescolar. Este cuenta con el

trabajo conjunto de grupos de investigación en diversos países, los cuales buscan obtener una muestra amplia y representativa de estudiantes que finalizan su proceso académico secundario, quienes tienen la edad de 15 años en promedio, para diferentes sistemas educativos en el mundo, incluyendo el colombiano. (Convenio Andrés Bello, 2021). El objetivo principal del proyecto ROSES es mejorar el aprendizaje y el plan de estudios de ciencias naturales y la tecnología, dada la importancia que ha tomado la alfabetización científica y tecnológica para la sociedad y las personas que la forman, siendo imprescindible una educación científica relevante, acorde a las necesidades presentes y futuras. De lo anterior se desprende la necesidad de datos empíricos que permitan,

a través de perspectivas teóricas y discusiones dentro de los diferentes grupos investigativos, establecer propuestas tendientes a mejorar el aprendizaje y los planes de estudio en C y T.

Respecto al instrumento, se tiene que la base teórica y metodológica se encuentra en el proyecto ROSE, realizado veinte años atrás, el cual ha sido modificado, actualizado y validado a partir de un piloto en cuatro países. Distribuyéndose en 7 secciones, con un total de 169 ítems utilizando una escala Likert de cuatro entradas, adicionalmente el cuestionario cuenta con 3 secciones con una pregunta abiertas cada una.

Metodología

Para la identificación de las actitudes de los estudiantes de secundaria hacia las ciencias naturales, se estableció una metodología mixta, realizando la triangulación de la información, a partir de la revisión de las políticas públicas colombianas con orientación pedagógica (Lineamientos, estándares y derechos básicos de aprendizaje), la taxonomía COCTS y el análisis estadístico descriptivo del instrumento ROSES. Respecto a este último, se eligió la sección identificada como “Lo que me gustaría aprender” que tiene tres dominios A, C y E, de los cuales se seleccionó el último, por la correspondencia con las temáticas de las políticas públicas colombianas, determinado a través de un análisis comparativo.

Al igual que la mayoría de las categorías del instrumento ROSES, este apartado consta de cuatro entradas tipo Likert y está constituido por 32 ítems, los cuales fueron respondidos por una muestra de 160 estudiantes de 15 años entre hombres y mujeres de la ciudad de Bogotá, Colombia. En lo que concierne al análisis de los datos recabados, se estableció la media ponderada y la desviación media para determinar los límites inferior y superior, lo cual permitió establecer los puntajes altos y bajos de los resultados obtenidos.

Resultados y discusión

El dominio E del instrumento ROSES se encuentra relacionado con aspectos específicos de las ciencias naturales (física, química o biología), así como elementos epistemológicos, socio-científicos y de la naturaleza de las ciencias.

A continuación, se muestran los promedios generales de los 32 ítems

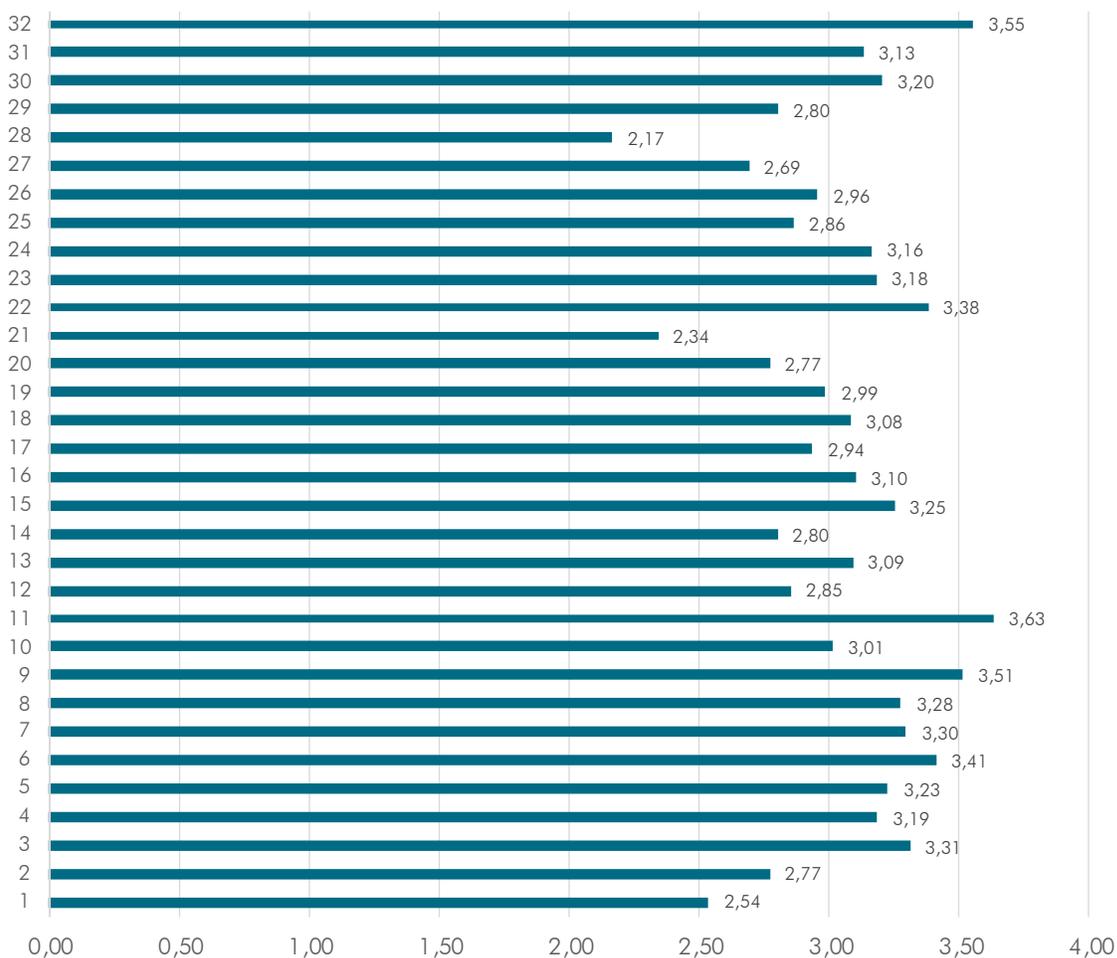


Figura 1. Promedios generales instrumento roses Dominio E

Fuente: elaboración propia.

Para establecer los valores más altos y más bajos, se realizó el promedio ponderado de los datos, para el cual se obtuvo 3,05. Adicionalmente, se estableció la desviación media obteniendo un valor 0,3, con lo cual se establece que los datos a considerar en el límite inferior son aquellos que se encuentran

con valores menores o iguales a 2,71, entre tanto, la selección para los datos del límite superior son aquellos que se encuentran con valores mayores o iguales a 3,38. A partir de lo anterior, se encuentran en el rango superior los ítem 6, 9, 11, 22 y 32. Por otro lado, en el rango inferior se hayan 1, 21, 27 y 28 .

Tabla 2. Valores altos

Ítem	Promedio ítem
6. Enfermedades de transmisión sexual y cómo protegerse de ellas	3,41
9. Cómo diferentes drogas y narcóticos pueden afectar el cuerpo	3,51
11. Cómo proteger las especies en peligro de extinción	3,63
22. La exploración humana de Marte	3,38
32. Fenómenos que la ciencia no puede explicar todavía	3,55

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Valores bajos

Ítem	Promedio ítem
1. Cómo la puesta de sol produce los colores del cielo	2,54
21. Los detergentes y jabones y cómo funcionan	2,34
27. ¿Por qué los científicos no están de acuerdo a veces?	2,69
28. Personas científicas famosas y sus vidas	2,17

Fuente: elaboración propia.

Los datos obtenidos, tanto en el promedio general del aspecto E, como de manera particular para cada ítem, excepto 3 de ellos, evidencian una clara tendencia de los estudiantes por la selección de temas de ciencia que les gustaría aprender, lo cual se hace más relevante al realizar la comparación con la media general de la escala numérica (2,50).

De lo anterior, y teniendo en cuenta las valoraciones obtenidas para cada una de las frases que se presentaron a los estudiantes, así como de los resultados globales, se puede inferir una actitud claramente positiva hacia la ciencia, con una inclinación hacia la protección del medio ambiente, los fenómenos sin explicación y las ciencias biológicas. Todas relacionadas con elementos propios de la interacción de los estudiantes y su contexto.

Por otro lado, al realizar la contrastación de los resultados obtenidos con el cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (COCTS) de los ítems con valores altos y bajos se obtuvieron los datos mostrados en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Identificación según COCTS ítems valores altos dominio E ROSES

Ítem	Identificación taxonomía cocts
6. Enfermedades de transmisión sexual y cómo protegerse de ellas	Definiciones de ciencia y tecnología <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Ciencia y tecnología. • Subtema: Ciencia.
9. Cómo diferentes drogas y narcóticos pueden afectar el cuerpo	Definiciones de ciencia y tecnología <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Ciencia y tecnología. • Subtema: Ciencia.
11. Cómo proteger las especies en peligro de extinción	Sociología externa de la ciencia <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Influencia de ciencia/tecnología sobre la sociedad. • Subtemas: Responsabilidad social, Resolución de problemas y Influencia general.
22. La exploración humana de Marte	Definiciones de ciencia y tecnología <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Ciencia y tecnología. • Subtema: I+D, Interdependencia.
32. Fenómenos que la ciencia no puede explicar todavía	Epistemología <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Naturaleza del conocimiento científico. • Subtema: Paradigmas vs coherencia de conceptos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Identificación según COCTS ítems valores bajos dominio E ROSES

Ítem	Identificación taxonomía cocts
1. Cómo la puesta de sol produce los colores del cielo	<p>Definiciones de ciencia y tecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Ciencia y tecnología. • Subtema: Ciencia.
21. Los detergentes y jabones y cómo funcionan	<p>Definiciones de ciencia y tecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Ciencia y tecnología. • Subtema: Ciencia.
27. ¿Por qué los científicos no están de acuerdo a veces?	<p>Epistemología</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Naturaleza del conocimiento científico. • Subtema: Paradigmas vs coherencia de conceptos.
28. Personas científicas famosas y sus vidas	<p>Sociología interna de la ciencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tema: Características de los científicos. • Subtemas: Motivaciones, Valores y normas.

Fuente: elaboración propia.

Al realizar la correspondencia de los ítems de identificación de la taxonomía COCTS con los puntajes altos y bajos de ambos grupos de datos, se encuentran distribuciones similares hacia las definiciones de ciencia y tecnología, a pesar de la coincidencia en tema y subtema se evidencia que los ítems que corresponden a valoraciones altas están cercanos a las vivencias propias de los estudiantes.

Para el ámbito de identificación de sociología, la mayor valoración corresponde a la relación externa de la ciencia, no así para cuestiones internas que se pueden desarrollar al interior de la misma que obtuvo el puntaje más bajo.

Entre tanto, en el aspecto epistemológico la tendencia se dirige hacia el tema de naturaleza del conocimiento científico y el subtema referente a los paradigmas vs coherencia de conceptos, tanto para las valoraciones bajas como para las altas. Sin embargo, la diferencia se encuentra en que la primera se encamina hacia aspectos de las relaciones entre científicos, mientras que la segunda se haya hacia la esencia de la investigación científica como son los fenómenos de la naturaleza que aún no tienen explicación. Un aspecto que solo aparece en las valoraciones altas es el referente a las definiciones de ciencia y tecnología,

subtema I+D e interdependencia, que atañe a la exploración de otros planetas.

En general, se puede evidenciar que los datos obtenidos del apartado E muestran una tendencia positiva hacia la ciencia, a partir del análisis de los datos respecto al punto medio de la escala. Por otro lado, al aplicar los estadísticos para establecer las mayores valoraciones respecto a la media ponderada y determinar los grupos de mayor y menor valoración, se haya que los temas con inquietan de mayor manera a los estudiantes son aquellos que están más cercanos a su vida cotidiana, en especial con la protección del medio ambiente.

Por último, los datos analizados a través de COCTS demuestran que existe una tendencia a elegir temas donde la ciencia tiene injerencia en la sociedad, sin dejar de lado aspectos que atañen a la vida personal de los estudiantes referentes al aspecto biológico desde la ciencia pura, además de evidenciar curiosidad por aquellos fenómenos que no tienen aún respuesta científica.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos de la sección E del instrumento ROSES, el análisis de

los datos a partir de la contrastación de los documentos estatales en educación y la taxonomía COCTS para la muestra de estudiantes de secundaria de Bogotá, se han identificado aspectos de la ciencia que suscitan mayor interés y, por ende, mejores actitudes hacia la ciencia. En este sentido, se ponen en evidencia las cuestiones que atañen directamente a la vida cotidiana y las vivencias en interacción con otros, que, a partir de la taxonomía COCTS, quedan en evidencia los temas que llaman la atención del grupo de estudiantes, donde la ciencia y tecnología destacan por encima de otros. Sin embargo, se debe tener en cuenta que estos son en mayor medida hacia el conocimiento de la vida humana y la interacción con el medio.

Por otro lado, el establecimiento de un análisis a partir de los datos desde el aspecto estadístico y la taxonomía COCTS, permitió establecer una relación entre los temas seleccionados por los estudiantes con puntajes altos y bajos, no solo para determinar su preferencia por elementos específicos de la ciencia, sino para clasificar los aspectos de la ciencia que son relevantes a los estudiantes. De lo anterior se puede establecer que la muestra tomada en la ciudad de Bogotá con estudiantes de secundaria evidencia una clara tendencia positiva hacia la ciencia y que, a partir del análisis de la taxonomía COCTS, son de relevancia temas referentes a sus vivencias, así como la ciencia aplicada en contextos específicos, lo cual se encuentra en consonancia por lo propuesto en la NDC y el fundamento epistemológico y filosófico de las políticas públicas colombianas.

Referencias

- Aduriz-Bravo, A. (2007). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *BibliotecaVirtual Educared*. Com.pe. <https://bibliotecavirtual.educared.FundacionTelefonica.com.pe/index.php/site/default/detalle/id/00000000013/que-naturaleza-de-la-ciencia-hemos-de-saber-los-profesores-de-ciencias>
- Aduriz-Bravo, A. (2007). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Fondo de Cultura Económica.
- Aduriz-Bravo, A. y Ariza, Y. (2013). Las imágenes de ciencia y científico: Una puerta de entrada a la naturaleza de la ciencia. *El quehacer del científico al aula* (pp. 13-20). Fondo editorial QUEDUCA.
- Aikenhead, S. y Ryan, A. (1992). The Development of a New Instrument: Views on Science-Technology- Society (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Ayala, L. Ariza, Y. y García, A. (2021). Caracterización de categorías de instrumentos sobre naturaleza de las ciencias: análisis y contribuciones modelo-teóricas.
- Bennasar, A., Garcia, A., Manassero, M. y Vázquez, A. (2010). *Ciencia tecnología y sociedad en iberoamerica: Una evaluación de la naturaleza de la ciencia y tecnología*. OEI. <https://idus.us.es/handle/11441/59306>.

- Cárdenas, A. (2021). *El conocimiento escolar en los lineamientos, estándares básicos de competencias y derechos básicos de aprendizaje para el año de ciencias naturales en Colombia: Estudio de caso*. [Tesis de Doctorado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Convenio Andrés Bello. (15 de septiembre 2021). *Tabla de equivalencias CAB*. <https://convenioandresbello.org/tabla/aplicacion-de-la-tabla-comparacion-entre-paises/>
- Druker, P. (1993). *La Sociedad poscapitalista*. Editorial Suramericana.
- Institute of Education Sciences. (s. f.). Participating countries. <https://nces.ed.gov/timss/participation.asp>
- Izquierdo, M., García, A., Quntanilla, M. y Adúriz, A. (2016). Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias, 93-108. Universidad Francisco José de Caldas.
- Manassero, M. Vázquez, A. y Acevedo, J. (2003). Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (COCTS). Universidad de las Islas baleares. <http://docplayer.es/53715226-Cuestionario-de-opiniones-sobre-ciencia-tecnologia-y-sociedad-cocts-views-on-science-technology-society-questionnaire-manual.html>
- Matthews, M. (1994). *Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge.
- McComas, W. (1998). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mellado, V. (2013). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en las matemáticas*. DEPROFE. https://www.researchgate.net/publication/259891784_https://www.researchgate.net/publication/259891784_Las_Emociones_en_la_Ensenanza_y_el_Aprendizaje_de_las_Ciencias_y_las_Matematicas_Volumen_1
- MEN. (1998). *Lineamientos curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- MEN. (2004). *Formar en ciencias: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer*. https://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- MEN. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje*. https://colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_C.Naturales-min.pdf
- OECD. (s. f.). Programme for International Student Assessment. <https://www.oecd.org/pisa/data/>
- Porras, Y., Tuay, N. y Ladino, Y. (2020). Desarrollo de la habilidad argumentativa en estudiantes de educación media desde el enfoque de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (48), 143-161.
- República de Colombia. (2003). Artículo 67. Capítulo II. *Constitución política de 1991*.
- República de Colombia. (8 de febrero de 1994). Ley 115 de 1994. *Ley general de Educación*.
- República de Colombia. (3 de agosto de 1994). Capítulo V. *Decreto 1860 de 1994*.
- Rizvi, F. y Lingard, B. (2013). *Políticas educativas en un mundo globalizado*. Editorial Morata.
- Rubba, P. y Harkness, W. (1993). Examination of preservice an In-service secondary Science Teachers' Beliefs about Science-Tecnology-Society Interactions. *Science Education*, 77(4), 407-431.

- Tuay, R, Porras, Y. y Ladino, Y. (2020). Relaciones entre pensamiento crítico, naturaleza de la ciencia y la tecnología en la educación científica y tecnológica en aulas Colombianas. *Indagatio Didáctica*, 12(4), 599-614. <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21973>
- Sjøberg, S. y Schreiner, C. (2019). *ROSE (The Relevance of Science Education) The development, key findings and impacts of an international low cost comparative project. ROSE Final Report, Part 1*. University of Oslo. https://www.researchgate.net/publication/336253209_ROSE_The_Relevance_of_Science_Education_Final_Report_part_2_Western_youth_and_science.
- Tedesco, J. (1998). Educación y sociedad del conocimiento y la información. *Revista Colombiana de Educación*, (36-37). <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/RCE/article/view/5876/4860>
- Vázquez, A. y Manassero, M. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: Una revisión Conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 13(3), 337-346. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21422>
- Vázquez, A. (2014). Enseñanza, aprendizaje y evaluación en la formación de docentes en educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-pluriversidad*, 14(2), 37-49. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7580427>

Forma de citar este artículo:

Montoya-Ramírez, P. A. y Tuay Sigua, R. N. (2024). Actitudes de estudiantes de Secundaria hacia las Ciencias Naturales: estudio preliminar datos ROSES. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55). 172 - 189. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-18845>