

Énfasis en Educación en Ciencias, Tecnología y Ambiente  
Línea de Investigación

## Pensamiento científico y tecnológico para la construcción de ciudadanía

Director: Álvaro García Martínez, PhD

---

### 1. Presentación y relevancia de la línea de investigación

En una época marcada por vertiginosos avances científicos y tecnológicos, por crisis ambientales globales, por discursos pseudocientíficos y noticias falsas (fakenews) que circulan sin control en las redes sociales y por dilemas éticos emergentes asociados a la inteligencia artificial, la biotecnología y el cambio climático, la formación ciudadana se ha convertido en una de las tareas más urgentes de la educación contemporánea. La sociedad actual demanda ciudadanos capaces no solo de consumir información, sino de analizarla críticamente, de comprender sus interrelaciones, de identificar sus elementos estructurantes y de tomar posturas fundamentadas después de un ejercicio reflexivo y deliberativo. En este contexto, la enseñanza de las ciencias naturales adquiere un lugar central: no se trata ya solo de formar futuros científicos o personas con alto interés en ciencias, sino de formar personas que puedan comprender el mundo en que viven, intervenir en él con criterio y participar activamente en las decisiones colectivas que afectan sus vidas y las de las futuras generaciones.

Sin embargo, esta formación no puede sostenerse sobre las bases de una enseñanza tradicional que ha privilegiado la transmisión de contenidos enciclopédicos, el rol expositivo del profesor, la memorización de definiciones, la enseñanza de la teoría únicamente, y en el mejor de los casos, la inclusión de un trabajo de laboratorio desvinculado de la teoría y sin reflexión epistemológica. Como señalan Izquierdo et al. (2016), la enseñanza de las ciencias ha sido dominada durante décadas por una visión acumulativa, ahistórica y aséptica del conocimiento, que presenta la ciencia como un conjunto de verdades acabadas y la tecnología como aplicaciones neutrales, desactivando así su potencial ciudadano. Frente a esta tradición, en las últimas décadas la Didáctica de las Ciencias ha venido orientándose hacia enfoques centrados en el estudiante, en el trabajo colaborativo, en el desarrollo de pensamiento crítico a través del desarrollo de la comunicación y modelización, y la formación ciudadana.

En este nuevo horizonte, el desarrollo de pensamiento crítico emerge como un proceso complejo que integra múltiples dimensiones: el desarrollo socioemocional, el uso del lenguaje como herramienta de pensamiento, la resolución de problemas auténticos, la toma de postura fundamentada y la autorregulación de los propios aprendizajes. Pero para que este pensamiento crítico pueda desplegarse plenamente en el aula, es necesario que tanto profesores como estudiantes interactúen con los avances tecnológicos del momento de manera contextualizada, asumiendo que la incorporación de tecnologías digitales no es un fin en sí misma, sino una oportunidad para repensar las prácticas

pedagógicas y para acercar la ciencia escolar a las realidades cotidianas de los estudiantes.

Es precisamente en este punto donde las metadisciplinas —la Historia de las ciencias y la Filosofía de las Ciencias, articuladas con la Didáctica de las Ciencias— adquieren su lugar fundamental. Como se desarrolla ampliamente en la obra de Izquierdo et al. (2016), la Historia de la Ciencia nos permite mostrar la ciencia como una actividad humana, reconocer sus limitaciones, sus contextos y sus protagonistas, así como identificar las preguntas genuinas que dieron origen a los conocimientos que hoy enseñamos. La Filosofía de la ciencia, por su parte, nos proporciona herramientas para comprender la naturaleza del conocimiento científico, sus criterios de validez, sus relaciones con la sociedad y sus diferencias con discursos no científicos. En conjunto, estas metadisciplinas ofrecen al profesorado un conocimiento más profundo sobre las transformaciones que la ciencia y la tecnología han producido en la sociedad, y sobre cómo esas transformaciones han sido, a su vez, moldeadas por contextos históricos, valores y dinámicas sociales.

Desde esta perspectiva, la formación ciudadana se ve fortalecida porque docentes y estudiantes pueden reconocer la ciencia como una construcción humana, realizada por científicos y científicas que trabajan de manera colaborativa, en contextos institucionales y culturales específicos, con aciertos y errores, con avances y retrocesos. Pueden comprender la importancia de la divulgación académica basada en evidencia, el papel del Estado en el fomento de la investigación, los desafíos que enfrentan las minorías para ser reconocidas en la Historia de la Ciencia, y las implicaciones éticas de los desarrollos tecnocientíficos. Este enfoque contribuye, además, a superar visiones deformadas de la ciencia próximas a las positivistas —como la del método científico único y lineal, o la de una ciencia que excluye sistemáticamente a las mujeres, minorías étnicas y otros colectivos, y el asumir verdades absolutas, entre otros—, sustituyéndolas por una imagen de ciencia más próxima a los acuerdos actuales de la filosofía de la ciencia: una ciencia entendida como práctica social, contextualizada, provisoria y profundamente humana.

La línea de investigación que aquí se presenta asume estos fundamentos como su columna vertebral. Se propone indagar, desde un enfoque constructivista y metadisciplinar, cómo el desarrollo de pensamiento científico y tecnológico en la escuela puede contribuir a la construcción de ciudadanía crítica, participativa y comprometida con los desafíos del siglo XXI. Nos interesa explorar cómo la integración de la historia, la filosofía y la didáctica de las ciencias puede transformar las prácticas de aula, formar docentes con una comprensión más rica de su disciplina, con aportes de diferentes tecnologías y, en última instancia, ofrecer a los estudiantes las herramientas intelectuales, emocionales y éticas para habitar y transformar el mundo.

Le invitamos a ser parte de esta aventura intelectual. Si cree, como nosotros, que enseñar ciencias es un acto político y ético de construcción de ciudadanía; si le interesa indagar cómo las preguntas perdidas de la historia pueden iluminar el aprendizaje de nuestros estudiantes; si quiere contribuir a que la escuela forme sujetos capaces de pensar por sí mismos, de dialogar con otros y de posicionarse críticamente ante los desafíos del presente, esta línea de investigación es su lugar.

---

## 2. Justificación

La educación científica en la actualidad enfrenta el reto de contribuir no solo a la apropiación de conceptos disciplinares, sino también al desarrollo de formas de pensamiento que permitan a los ciudadanos comprender, analizar y participar de manera crítica en los asuntos científicos y tecnológicos que impactan la sociedad. Como señala el proyecto ALTER-NATIVA, “la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias hoy es prioridad para los diferentes organismos gubernamentales y se considera como un factor de base para la movilidad social” (UNESCO 2020, citado por García-Martínez, et. at., 2013, p. 11). En este contexto, el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico en la escuela se convierte en un propósito fundamental de la educación contemporánea, en tanto que la sociedad actual demanda ciudadanos capaces de interpretar información científica, tomar decisiones fundamentadas y participar de manera informada en problemáticas sociales, ambientales y tecnológicas.

Desde esta perspectiva, la enseñanza de las ciencias naturales adquiere un papel estratégico en la formación de ciudadanía. La formación científica y tecnológica no puede limitarse a la transmisión de contenidos, sino que debe orientarse hacia la formación de sujetos capaces de comprender la naturaleza de la ciencia, sus procesos de construcción, su carácter histórico y social, y sus implicaciones éticas y políticas. En palabras de Izquierdo et al. (2016), la historia y filosofía de las ciencias “proporciona una visión humanista de las ciencias que la propia actividad científica desdibuja. Con ello, descubrimos los valores sociales subyacentes, además de los epistémicos, que acompañan siempre a una ciencia construida por personas en distintas épocas y condiciones” (p. 13). De esta manera, el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico contribuye a la formación de ciudadanos críticos, reflexivos y responsables frente a los desafíos contemporáneos, tales como el cambio climático, la sostenibilidad ambiental, la innovación tecnológica y la toma de decisiones informadas en contextos sociales complejos.

En este sentido, la Historia y Filosofía de las Ciencias constituyen metadisciplinas fundamentales para la comprensión de la ciencia como una construcción humana, histórica y cultural. Estas perspectivas permiten superar visiones tradicionales de la ciencia como un conjunto de conocimientos absolutos y descontextualizados, y favorecen la comprensión de la actividad científica como un proceso dinámico, influenciado por factores sociales, culturales, económicos y políticos. Como lo expresan Izquierdo et al. (2016), “la consideración de que la ciencia es un producto de la actividad humana, condicionada por el ambiente cultural, recursos y oportunidades propias de la sociedad y del momento histórico en el cual se desarrolla el trabajo [...] ha dado lugar a un interés creciente por identificar los rasgos propios de esta actividad” (p. 20). En algunos países como Gran Bretaña la tradición de incorporar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias ha sido larga. Así la British Association for the Advancement of Science (BAAS) planteó que la historia de la ciencia proporcionaba una solución a esa barrera artificial entre los estudios literarios y científicos, que establecen los horarios escolares. De esta experiencia se han generado varios materiales didácticos tales como “People in Science”, el cual es un software interactivo que vincula eventos de la historia de la

ciencia mediante diversas actividades, de igual manera se han publicado series completas tales como Reading in Science que llevan como títulos: Elements & atoms, Evolution & Genetics, Earth & Universe, Health & Disease, Electricity & Force y Earth & Environment.

Así, la incorporación de la Historia y Filosofía de las Ciencias en la enseñanza promueve una visión más amplia de la ciencia, favoreciendo el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

Por otra parte, la Didáctica de las Ciencias se consolida como una disciplina que aporta fundamentos teóricos y metodológicos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Es la ciencia del profesor que orienta su quehacer diario. Esta disciplina ha evidenciado la necesidad de promover procesos educativos centrados en el desarrollo de capacidades cognitivas complejas, como el pensamiento crítico, el pensamiento analítico, el pensamiento creativo y la metacognición. En este marco, Sánchez y García-Martínez (2025) señalan que “enseñar a pensar a los estudiantes es uno de los objetivos fundamentales de la educación científica” (p. 1) y destacan que las habilidades de pensamiento de orden superior “permiten que los estudiantes sean capaces de pensar de forma crítica, analítica y creativa sobre un problema, situación o información en particular para encontrar una solución” (p. 5, citando a Barratt, 2014). Otra alternativa didáctica para el desarrollo de este pensamiento es el uso de controversias científicas históricas, ya que, según Driver, Newton y Osborne (2000), “las controversias científicas son situaciones que desafían a los estudiantes a evaluar y reflexionar críticamente sobre diferentes perspectivas y evidencias” (citado en Álvarez & García-Martínez, 2024, p. 3).

De esta manera, la articulación entre la Historia y Filosofía de las Ciencias y la Didáctica de las Ciencias permite fundamentar una línea de investigación orientada al desarrollo del pensamiento científico y tecnológico en la escuela. Esta articulación favorece la construcción de propuestas educativas innovadoras que contribuyan a la formación de ciudadanos críticos y participativos, capaces de comprender la ciencia y la tecnología como actividades humanas con implicaciones sociales relevantes. Para que esta línea pueda desarrollarse, se requiere de procesos de formación de profesores acordes a las necesidades actuales; razón por la cual desarrollamos la formación docente desde estos postulados, ya que la formación del profesorado es una línea prioritaria que requiere “procesos sucesivos de autorregulación metacognitiva que llevan a un crecimiento en los ámbitos que orientan la profesión docente” (García-Martínez, 2021, p. 51). En concordancia, y desde los referentes del Desarrollo Profesional Docente generamos el trabajo en comunidades de desarrollo profesional (CODEP) el cual permite a los profesores participar en “discusiones críticas y reflexivas para la toma de decisiones en torno a su objeto de estudio, generación de diseños para la enseñanza y el aprendizaje” (García-Martínez, 2024, p. 2).

En consecuencia, esta línea de investigación responde a necesidades académicas, sociales y educativas actuales, al promover investigaciones que contribuyan al fortalecimiento de la educación científica y tecnológica, la formación de profesores de ciencias y la construcción de ciudadanía. Asimismo, esta línea se proyecta como un espacio de formación doctoral que permitirá generar conocimiento relevante para la transformación de la enseñanza de las ciencias y su impacto en la sociedad contemporánea.

---

### 3. Fundamentos teóricos y metodológicos

La línea de investigación se sustenta en una articulación sólida entre tres metadisciplinas: la Didáctica de las Ciencias, la Historia de la Ciencia y la Filosofía de la Ciencia. Esta articulación permite comprender la ciencia no como un cuerpo estático de conocimientos, sino como una actividad humana en permanente construcción, influenciada por contextos históricos, culturales, sociales y políticos. En conjunto, estas disciplinas ofrecen fundamentos robustos para el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico en la escuela, en sus diferentes niveles educativos. A continuación, se presentan algunos conceptos clave que estructuran la línea, así como las sublíneas que orientan las investigaciones doctorales.

Pensamiento científico y tecnológico y ciudadanía.

El pensamiento científico y tecnológico se concibe como una manifestación del uso de diferentes tipos de pensamiento en el aprendizaje de la ciencia y la tecnología, por ejemplo el pensamiento crítico, analítico, creativo y metacognitivo. Este pensamiento implica que se activen una serie de dominios que interactúan de manera correlacionada desde la reflexión metacognitiva que contempla lo emocional y motivacional, la comunicación que contempla lo explicativo y argumentativo, todo esto para generar la toma de postura argumentada frente a una situación didáctica que así lo exija o frente a una situación del ámbito contextual que lo demande. Este contempla la capacidad de analizar, evaluar y construir explicaciones sobre fenómenos naturales y tecnológicos utilizando modelos, evidencias, argumentos y reflexión metacognitiva que permitan a un individuo tomar postura argumentada. Su desarrollo implica comprender la naturaleza de la ciencia y la tecnología, así como sus alcances y limitaciones. Sin embargo, este pensamiento no se promueve como un fin exclusivo de las ciencias naturales o de un campo disciplinar delimitado; se orienta, fundamentalmente, a contribuir a la construcción de ciudadanía. Esta última propende por el desarrollo de competencias cognitivas, comunicativas, emocionales y éticas que permiten a las personas participar activa, crítica y responsablemente en asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología (Ruiz Silva & Chaux Torres, 2005).

Aportes de la Historia y la Filosofía de las Ciencias.

En las últimas décadas, la Historia y la Filosofía de las Ciencias han adquirido una relevancia creciente en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. Diversos autores han planteado argumentos sólidos sobre su importancia para mejorar tanto la enseñanza como el aprendizaje de las ciencias, destacando su potencial para humanizar el conocimiento científico, contextualizarlo históricamente y formar ciudadanos críticos y reflexivos. A continuación, se presentan los algunos aportes identificados la línea de investigación.

a) *Humaniza la ciencia y revela sus valores sociales.* La historia y la filosofía de las ciencias “proporciona una visión humanista de las ciencias que la propia actividad científica desdibuja. Con ello, descubrimos los valores sociales subyacentes, además de

los epistémicos, que acompañan siempre a una ciencia construida por personas en distintas épocas y condiciones” (Izquierdo et al., 2016).

*b) Proporciona contextos a los conocimientos científicos.* La historia de la ciencia ayuda a los profesores a situar los conocimientos emergentes y a visibilizar aportes de colectivos poco reconocidos (por ejemplo, las mujeres). Como señalan Izquierdo et al. (2016), “proporciona contextos a los conocimientos emergentes y saca a la luz aportes al conocimiento científico que no se han tenido en cuenta” (p. 15).

*c) Sugiere preguntas desafiantes y genuinas.* La historia de la ciencia permite identificar preguntas originales que dieron origen a los conceptos científicos actuales, ofreciendo a los estudiantes un “auténtico desafío intelectual” (Izquierdo et al., 2016).

*d) Permite reconocer y comprender las ideas previas de los estudiantes.* Existe un paralelismo entre las ideas de los estudiantes y las explicaciones históricas de los fenómenos. La historia de la ciencia ayuda a identificar estas concepciones alternativas (Izquierdo et al., 2016).

*e) Ilustra la naturaleza de la ciencia (NOS).* El estudio histórico de la práctica científica desde una perspectiva social y humana “ha ‘naturalizado’ la ciencia, bajándola del pedestal”, mostrando su carácter social, sus motivaciones y sus valores (Izquierdo et al., 2016, p. 20).

*f) Prepara para la ciudadanía democrática.* La historia de la ciencia puede contribuir a la educación para la ciudadanía al mostrar la ciencia como una actividad humana inserta en contextos sociales y políticos, ayudando a los estudiantes a comprender controversias sociocientíficas (Kolstø, 2008).

*g) Favorece el desarrollo de la argumentación y el pensamiento crítico.* El uso de controversias científicas históricas “permite a los estudiantes comprender que la ciencia no es un conjunto de verdades absolutas, sino un proceso en constante evolución y debate” y promueve competencias argumentativas (Álvarez García & García Martínez, 2024, p. 3).

*h) Ayuda a superar obstáculos epistemológicos.* La historia de la ciencia identifica obstáculos epistemológicos —como la sustancialización de propiedades— que también aparecen en el aprendizaje de los estudiantes, permitiendo diseñar estrategias didácticas para superarlos (Izquierdo et al., 2016).

*i) Promueve el aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia (NOS).* La inclusión de la historia y la filosofía de la ciencia es fundamental para que los estudiantes comprendan que la ciencia es una actividad humana, provisional y contextual, y no un conjunto de hechos incuestionables (Höttecke & Silva, 2011).

*j) Favorece la comprensión de la ciencia como actividad colectiva.* La historia muestra la ciencia como un producto de la colaboración y el debate entre comunidades científicas, alejándose de la imagen del científico aislado y genial (Izquierdo et al., 2016, p. 14).

En sintonía con estos planteamientos, Izquierdo et al. (2016) reiteran que la historia de la ciencia “proporciona una visión humanista de las ciencias que la propia actividad científica desdibuja. Con ello, descubrimos los valores sociales subyacentes, además de los epistémicos, que acompañan siempre a una ciencia construida por personas en distintas épocas y condiciones” (p. 15). De igual manera, la filosofía de la ciencia contribuye a analizar la naturaleza del conocimiento científico, sus métodos, su demarcación respecto a otras formas de saber, y los valores epistémicos y no epistémicos que orientan la investigación (Izquierdo et al., 2016, pp. 20-21).

El estudio de la historia y la filosofía de la ciencia puede ser la ocasión para introducir a los estudiantes en aspectos significativos sobre cómo leer textos e interpretar hechos, así como en los complejos problemas de la significación. Los estudiantes saben, desde su vida cotidiana, que las personas ven las cosas de forma diferente; la historia de la ciencia es un vehículo natural para ilustrar cómo este hecho sucede en la ciencia misma. Pero no solo debe permitir conocer los conocimientos científicos, sino que, de manera paralela, debe formar en el **cómo** se construye este conocimiento. De esta forma se desarrolla una visión más amplia, completa y profunda de la ciencia misma, de su naturaleza y de sus procesos internos, creando una imagen más real y humana del conocimiento científico como producto de una construcción colectiva en momentos sociales y culturales particulares.

En síntesis, la Historia de la Ciencia proporciona contextos y narrativas que muestran la evolución de los conceptos científicos, las controversias, los obstáculos epistemológicos y el papel de diversos actores —incluyendo mujeres y minorías— en la construcción del conocimiento (Izquierdo et al., 2016, pp. 14-16). La Filosofía de la Ciencia, por su parte, aporta herramientas para analizar la naturaleza del conocimiento científico, sus métodos, su demarcación respecto a otras formas de saber, y los valores epistémicos y no epistémicos que orientan la investigación (Izquierdo et al., 2016, pp. 20-21). Ambos campos, integrados en la enseñanza de las ciencias, no solo enriquecen la comprensión de los contenidos disciplinares, sino que contribuyen decisivamente a la formación de ciudadanos críticos, reflexivos y comprometidos con los desafíos del mundo contemporáneo.

### El papel de la Didáctica de las Ciencias

La Didáctica de las Ciencias se consolida como una ciencia del diseño y una metadisciplina que orienta la construcción de la ciencia escolar. En este marco, la modelización, la argumentación y el uso de prácticas científicas auténticas en el aula son elementos centrales para promover el aprendizaje mediante la construcción de actividades científicas escolares (Izquierdo et al., 2016, pp. 23-24). Adicionalmente, el empleo de controversias científicas históricas ha mostrado ser una estrategia didáctica valiosa, ya que permite a los estudiantes comprender que la ciencia no es un conjunto de verdades absolutas, sino un proceso en constante evolución y debate (Álvarez García & García Martínez, 2024). Por otra parte, investigaciones recientes destacan que enseñar a pensar a los estudiantes es uno de los objetivos fundamentales de la educación científica, y que las habilidades de pensamiento de orden superior desarrolladas mediante el pensamiento crítico, analítico, creativo y metacognitivo, permiten a los estudiantes enfrentar problemas y tomar decisiones fundamentadas (Sánchez Galvis & García Martínez, 2025).

### Sublíneas de investigación.

A partir de estos fundamentos, la línea de investigación se organiza en torno a las siguientes Sublíneas, que orientan las propuestas doctorales:

### ***Sublínea 1: Desarrollo Profesional Docente***

Esta sublínea de investigación parte de reconocer, por un lado, los desafíos actuales de la sociedad que exigen que los docentes promuevan el diseño de modelos alternativos para la enseñanza de las ciencias e incorporen la tecnología a su ejercicio profesional; y, por otro lado, la formación docente como un proceso de reflexión continua sobre la práctica pedagógica, en la interacción entre su saber y su desempeño en el contexto escolar. De esta manera, la investigación en la formación del maestro puede contribuir significativamente a la transformación de las prácticas pedagógicas y didácticas, sustentada en su desarrollo profesional. En este sentido, esta sublínea consolida comunidades de docentes a partir de la reflexión crítica de su práctica, en el marco de investigaciones sobre innovación en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, mediante la integración de las TIC y el diseño de experiencias de aprendizaje que favorezcan la alfabetización científica. En esta línea la investigación se centra sobre el desarrollo profesional docente, las concepciones epistemológicas del profesorado y las comunidades de desarrollo profesional (CODEP) como dispositivos de formación continua (García Martínez, 2021, pp. 87-91).

### ***Sublínea 2: Comunicación en ciencias, discurso y argumentación***

Desde esta sublínea de investigación se reconoce el lugar central que ocupa la dimensión comunicativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. En coherencia con los planteamientos de la didáctica de las ciencias, se asume que el lenguaje no es un mero vehículo de transmisión de información, sino un sistema de interpretación que permite dar sentido a la experiencia y participar activamente en comunidades de práctica (Izquierdo et al., 2016). En este marco, la sublínea se focaliza en el estudio de los usos del lenguaje en el aula, los escenarios cotidianos donde dichos usos tienen lugar, el papel subjetivo de los participantes y las voces discursivas que intervienen en la construcción del acto pedagógico. Se indaga, particularmente, en cómo se interpretan y articulan las múltiples voces —de docentes, estudiantes, textos y contextos— y en su relación con la producción de significados y sentidos en el aprendizaje de las ciencias.

Un interés especial de esta sublínea es el desarrollo de las **habilidades cognitivo-lingüísticas** durante la formación en ciencias naturales. Estas habilidades — como la descripción, la explicación y la argumentación— son fundamentales para que los estudiantes puedan construir y comunicar conocimiento científico escolar (Izquierdo et al., 2016). Para ello, la sublínea explora diversos enfoques y corrientes que nutren la didáctica de las ciencias desde los estudios lingüísticos, la pragmalingüística, la sociolingüística, la filosofía del lenguaje y el análisis crítico del discurso. En particular, se ha mostrado que el uso de controversias científicas históricas, enmarcado en una perspectiva pragmatialéctica de la argumentación, permite a los estudiantes desarrollar competencias comunicativas avanzadas, como la defensa fundamentada de puntos de vista, la escucha activa y la refutación de argumentos contrarios (Álvarez García & García Martínez, 2024).

Asimismo, la formación de competencias ciudadanas, en el ámbito de la comunicación, se apoya en el desarrollo de la asertividad, la escucha activa y la capacidad de expresar necesidades e intereses de manera clara y respetuosa, habilidades que son esenciales para la convivencia democrática y la participación en debates sociocientíficos (Ruiz Silva & Chaux Torres, 2005). En síntesis, la sublínea asume que la comunicación y la

argumentación no son añadidos opcionales en la enseñanza de las ciencias, sino componentes estructurales de una educación científica orientada a la formación de ciudadanos críticos y reflexivos.

### ***Sublínea 3: Naturaleza de la Ciencia (NOS)***

La Naturaleza de la Ciencia (NOS, por su sigla en inglés) constituye un constructo tan complejo como la propia ciencia. En esta línea de investigación, sin pretender ofrecer conceptualizaciones acabadas, entendemos la NOS como el conjunto de conocimientos metacientíficos relevantes para la enseñanza de las ciencias naturales en los niveles de primaria, secundaria y en la formación del profesorado. Dicho conocimiento emerge de la interacción entre la filosofía de la ciencia —entendida como la reflexión metateórica por excelencia— y otros discursos metacientíficos provenientes principalmente de la historia de la ciencia, la sociología de la ciencia y la psicología de la ciencia (Izquierdo et al., 2016, p. 93). En este marco, la NOS busca analizar la ciencia desde una doble perspectiva: por un lado, como actividad humana atravesada por factores internos y externos (la ciencia como proceso); por otro, como una producción humana valiosa que forma parte de nuestro patrimonio cultural (la ciencia como producto) (Izquierdo et al., 2016, p. 94).

Desde esta línea de investigación, nos proponemos reflexionar sobre la NOS en la formación de estudiantes de primaria, secundaria y profesorado. Se busca, de manera prioritaria, desarrollar trabajos de investigación e innovación didáctica orientados al análisis de la NOS, a la caracterización de las concepciones que poseen los distintos actores educativos sobre la naturaleza de la ciencia, y al diseño de materiales didácticos y secuencias de enseñanza que promuevan reflexiones metateóricas explícitas. Todo ello con el fin de contribuir al desarrollo de concepciones contemporáneas de la ciencia en nuestras poblaciones objeto de estudio, lo que a su vez favorece la formación científica (Höttecke & Silva, 2011; Kolstø, 2008), y la formación ciudadana de la población colombiana. Asimismo, se reconoce que una comprensión adecuada de la NOS es fundamental para que los ciudadanos puedan participar de manera informada y crítica en debates sobre cuestiones sociocientíficas, tales como el cambio climático, los organismos genéticamente modificados o las aplicaciones de la inteligencia artificial (Izquierdo et al., 2016, p. 95).

En síntesis, la sublínea sobre Naturaleza de la Ciencia asume que enseñar ciencias no puede limitarse a la transmisión de conceptos y teorías; debe incluir, de manera explícita y reflexiva, el conocimiento sobre cómo se construye, valida y evoluciona el conocimiento científico, así como su impacto en la sociedad. Este enfoque resulta esencial para formar ciudadanos críticos, autónomos y comprometidos con los desafíos del siglo XXI.

### ***Sublínea 4: Modelización***

El uso de modelos en la enseñanza de las ciencias constituye una amplia línea de investigación con sólidos fundamentos en la filosofía y la psicología. Su propósito central es promover procesos de indagación en los estudiantes: al cuestionarse sobre el mundo material, ellos intentan generar explicaciones y soluciones a lo observado mediante procesos de modelización, que pueden ser de carácter mental o material (Abella & García-Martínez, 2024). Como señala Osborne (2014), al evaluar todo el proceso, los estudiantes razonan a partir de la deducción, la inducción y la abducción, entre otras

formas de inferencia, lo que les permite construir y contrastar modelos cada vez más ajustados a los fenómenos estudiados.

Uno de los aspectos más desafiantes de la modelización es alcanzar consensos que permitan validar las afirmaciones científicas. Por ello, el lenguaje desempeña un papel esencial en este proceso, pues la construcción y refinamiento de modelos dependen de argumentos sólidos, posturas críticas y la disposición a escuchar y modificar las propias ideas en beneficio del aprendizaje desde el pensamiento científico (Schwarz & White, 2005). En este marco, la argumentación se convierte en una herramienta fundamental: al debatir sobre la plausibilidad, la precisión y la coherencia de sus modelos, los estudiantes aprenden a defender sus puntos de vista, a evaluar evidencias y a reconsiderar sus posturas iniciales, lo que contribuye a un aprendizaje más profundo y reflexivo (Álvarez García & García Martínez, 2024, p. 3).

En síntesis, la modelización no es solo una estrategia didáctica para representar la realidad, sino un proceso cognitivo, social y discursivo en el que la argumentación y la negociación de significados permiten validar y refinar los modelos, acercando a los estudiantes a la dinámica propia de la construcción del conocimiento científico.

### ***Sublínea 5: Enseñanza de las ciencias mediada por Tecnologías digitales***

El siglo XXI ha propiciado el desarrollo de múltiples formas de comprender y desenvolverse en el mundo, tanto físico como digital. En este escenario, donde lo real y lo virtual se superponen, la educación debe garantizar que tanto profesores como estudiantes cuenten con herramientas que permitan una mejor comprensión de los mundos posibles. En este contexto, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han convertido en un recurso fundamental para el diseño de estrategias de trabajo que atiendan la diversidad y promuevan la inclusión educativa (García-Martínez, et. al., 2013, p. 11).

La sublínea de investigación *enseñanza de las ciencias mediada por tecnologías digitales* promueve, más que el uso instrumental, la incorporación consciente y argumentada de nuevas tecnologías a los procesos de enseñanza-aprendizaje. Esto se logra mediante la exploración, el diseño y la apropiación de múltiples tipos de software educativo, que sirven de apoyo para propuestas didácticas relevantes en los espacios físicos y virtuales de las aulas actuales. Como señalan García Martínez y colaboradores, las tecnologías pueden actuar como “herramientas cognitivas” que trascienden las limitaciones del procesamiento humano y favorecen la construcción de modelos mentales (García-Martínez, et. al., 2013).

Desde los diseños que se han creado en el grupo GREECE con productos como simuladores, videojuegos, y uso de la inteligencia artificial, hasta los sistemas expertos desarrollados por otros investigadores, esta sublínea se presenta a la comunidad educativa como un soporte necesario para la formación de los nuevos ciudadanos. Lo anterior se realiza mediante la promoción de habilidades propias de las ciencias naturales —como la observación, la formulación de hipótesis y la argumentación— potenciadas a su vez por competencias digitales esenciales para el desarrollo de la sociedad del conocimiento (García Martínez, 2021, p. 65). De esta manera, se busca que los estudiantes no solo aprendan ciencias, sino que también desarrollen una ciudadanía crítica y participativa, capaz de enfrentar los retos tecnocientíficos del siglo XXI.

*NOTA: Esta sublínea interactúa también de forma transversal con las otras sublíneas, en la medida en que genera posibilidades para la incorporación de diferentes tecnologías*

*digitales en variados diseños didácticos para la formación docente, y la creación de diferentes ambientes y materiales para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.*

En conclusión, la articulación entre la Historia, la Filosofía y la Didáctica de las Ciencias proporciona un marco teórico sólido y coherente para investigar el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico orientado a la construcción de ciudadanía. Los argumentos de la tradición contextualista, ejemplificados por Brush (1989), refuerzan la importancia de incorporar la historia de la ciencia como un recurso didáctico que humaniza, contextualiza y enriquece la comprensión de la ciencia. Estos fundamentos no solo enriquecen la comprensión de la ciencia como actividad humana, sino que también ofrecen herramientas prácticas para transformar las prácticas de aula y la formación del profesorado. Los ejes temáticos propuestos brindan a los futuros doctorandos un abanico de posibilidades para desarrollar investigaciones originales, pertinentes y con impacto social.

La línea de investigación asume, a nivel metodológico, un paradigma de corte constructivista, interpretativo, explicativo y sociocrítico, que reconoce la complejidad de los fenómenos educativos y la necesidad de aproximaciones metodológicas diversas. Esta pluralidad paradigmática permite abordar los objetos de estudio desde distintas perspectivas, ajustándose a la naturaleza de cada investigación y a los contextos específicos en los que se desarrolla.

En coherencia con este paradigma, se emplean predominantemente enfoques cualitativos, entre los que se destacan: los estudios de caso, la etnografía educativa y el análisis del discurso en el aula. Estas aproximaciones resultan especialmente adecuadas para comprender en profundidad las dinámicas de enseñanza y aprendizaje, así como las interacciones discursivas que tienen lugar en los procesos de construcción de conocimiento científico (Álvarez García & García Martínez, 2024). Asimismo, se recurre a la investigación-acción, que permite estudiar y transformar las prácticas docentes en colaboración directa con los profesores, favoreciendo el desarrollo profesional y la mejora de la enseñanza (García Martínez, 2021). También se emplea la investigación de diseño educativo orientada al desarrollo, implementación y refinamiento de intervenciones y diseños didácticos en contextos reales (Abella & García-Martínez, 2024).

Además de los enfoques cualitativos, la línea ha desarrollado investigaciones con enfoques mixtos (cualitativos y cuantitativos) y, en algunos casos, estrictamente cuantitativos. Estos abordajes se aplican a estudios que emergen de las relaciones entre las metadisciplinas —Historia, Filosofía y Didáctica de las Ciencias— y se orientan hacia la reflexión teórico-práctica, así como hacia la aplicación en el aula mediante diseños didácticos y procesos de formación del profesorado. Por ejemplo, investigaciones recientes han utilizado análisis estadísticos y bibliométricos para caracterizar el estado del arte en la enseñanza de habilidades de pensamiento de orden superior (Sánchez Galvis & García Martínez, 2025, pp. 7-8).

Esta diversidad metodológica permite que los doctorandos adscritos a la línea puedan elegir rutas coherentes con sus preguntas de investigación, con los contextos educativos en los que desarrollarán su trabajo de campo y con las particularidades de sus objetos de estudio. De esta manera, se garantiza la flexibilidad y pertinencia de las

investigaciones, potenciando su rigor y su impacto tanto en el ámbito académico como en la práctica educativa

---

## 4. Objetivos

### Objetivo general

Generar conocimiento teórico y práctico sobre el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico en contextos educativos, a partir de la articulación de la Historia, la Filosofía y la Didáctica de las Ciencias, con el fin de contribuir a la formación de ciudadanos críticos, reflexivos y participativos.

### Objetivos específicos

1. Analizar los procesos de construcción de pensamiento científico y tecnológico en estudiantes de distintos niveles educativos, identificando obstáculos, concepciones alternativas y oportunidades de aprendizaje.
2. Investigar el papel de la Historia y la Filosofía de las Ciencias en la transformación de las prácticas de aula y en la comprensión de la naturaleza de la ciencia.
3. Diseñar, implementar y evaluar propuestas didácticas innovadoras que integren las metadisciplinas y promuevan la formación ciudadana, apoyadas con diferentes tipos de herramientas digitales.
4. Estudiar los procesos de formación inicial y continua del profesorado de ciencias, con énfasis en el desarrollo de competencias para la enseñanza del pensamiento científico y tecnológico.

---

## 5. Trayectoria, impacto y proyección del grupo

El grupo de investigación **GREECE** (Grupo de Investigación en Educación en Ciencias Experimentales) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, adscrito al Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE), ha consolidado una trayectoria de más de dos décadas en el campo de la Didáctica de las Ciencias, la formación de profesores y la integración de la Historia y Filosofía de las Ciencias en la enseñanza. La información que se presenta a continuación ha sido extraída de su sitio web oficial (<https://die.udistrital.edu.co/grupos/greece/home.html>).

### Trayectoria

- El grupo GREECE se ha destacado por su producción académica de alto nivel, con **publicaciones en revistas indexadas nacionales e internacionales**, libros y capítulos de libro.

- Ha desarrollado **proyectos de investigación financiados por entidades nacionales e internacionales**, incluyendo Minciencias, Secretaria de Educación de Bogotá, la Unión Europea (programas ALFA III y ERASMUS+), y convenios con universidades de Chile, Brasil, España, México y Argentina.
- El grupo ha sido reconocido por su labor en la **formación de investigadores**: ha dirigido tesis de pregrado, maestría y doctorado en el campo de la educación en ciencias, contribuyendo al relevo generacional y a la consolidación de una comunidad académica sólida.

### Proyectos de investigación asociados a la línea

Algunos de los proyectos de investigación desarrollados, relacionados con las líneas de trabajo del grupo de investigación, se presentan a continuación:

- **ACACIA: Centros de Cooperación para el Fomento, Fortalecimiento y Transferencia de Buenas Prácticas que Apoyan, Cultivan, Adaptan, Comunican, Innovan y Acogen a la comunidad universitaria.** Universidad Distrital Francisco José de Caldas . Proyecto de Investigación ERASMUS +. Financiado por UNIÓN EUROPEA. Código del Proyecto: 561754-EPP-1-2015-1- CO-EPPKA2-CBHE-JP.
- **Desarrollo didáctico y tecnológico en escenarios didácticos para la formación de profesores que acogen la diversidad: factores para su implementación y su validación en la UDFJC.** Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Proyecto de Investigación financiado por COLCIENCIAS. Código del Proyecto: 1419-6614-44765-4.
- **Caracterización de un modelo de formación continua de profesores de Ciencias Naturales con base en la promoción de competencias de pensamiento científico. Su aporte teórico y metodológico al mejoramiento de la educación científica en Chile y Colombia con base en la investigación en didáctica de las ciencias.** Proyecto de Investigación financiado por COLCIENCIAS y CONICYT. Código del Proyecto: convocatoria 614. Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Pontificia Universidad Católica de Chile.
- **Desarrollo didáctico y tecnológico en la generación de escenarios didácticos que acogen la diversidad, para la formación de profesores en la UDFJC.** Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Proyecto de Investigación financiado por el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico.
- **Proyecto ALFA III. ALTER-NATIVA “Referentes curriculares con incorporación tecnológica para facultades de educación en las áreas de lenguaje, matemáticas y ciencias, para atender poblaciones en contextos de diversidad”.** *“Proyecto de Investigación Interuniversitario”.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia), Universidad Nacional Mayor de San Marcos-UNMSM (Perú), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile), Universidad Nacional de San Juan (Argentina), Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua (Nicaragua), Universidad Pedagógica Nacional (México), Universidad Mayor de San Andrés (Bolivia), Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (El Salvador), Universidade Nova de Lisboa (Portugal), Universidad de Educación a Distancia (España) y Universitat de Girona (España). **Financiado por la Comunidad Europea.** EuropeAid ID: CO-2010-CWQ-3105928047

- **Diseño de un microcurso de bioquímica apoyado en estrategias de micro learning y desplegado sobre la plataforma WhatsApp.** Proyecto de Investigación financiado por la Oficina de Investigaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

### Trabajos de grado en modalidad de investigación asociados a la línea

A continuación se presenta una selección de algunos proyectos de investigación desarrollados en calidad de trabajos de grado, que se encuentran relacionados con las sublíneas de investigación presentadas.

Nombre	Título de la investigación
Carmen Andrea Aristizábal Fúquene	Fortalecimiento de la identidad profesional docente mediante la interacción en una comunidad de desarrollo profesional a través del uso de la historia de la ciencia. Tesis Doctoral Finalizada. En cooperación con DIDAQUIM.
Leonardo Abella Peña	Comunidad de desarrollo profesional de docentes en Formación que incorporan recursos TIC en la enseñanza de la química. Tesis Doctoral Finalizada.
Nelcy Susana Abella Peña	Modelización en estudiantes de secundaria, para la enseñanza de la ecología en torno a situaciones histórico-ecológicas del humedal torca apoyadas en TIC-SIG. Tesis Doctoral Finalizada.
Lida Milena Álvarez	Las controversias científicas históricas: un contexto de análisis argumentativo escolar en la enseñanza de la física desde el enfoque pragma-dialéctico. Tesis Doctoral Finalizada.
Luis Ayala Villamil	Caracterización de las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de docentes de ciencias naturales en ejercicio. Tesis Doctoral Finalizada.
Marcela Sánchez	Diseño curricular en química para la educación media: una propuesta basada en la identificación y caracterización de habilidades de pensamiento de orden superior a partir de un análisis comparado. Tesis Doctoral en curso.
Darwin Vargas Sánchez	La actividad científica escolar con aportes de las prácticas STEM: Un estudio para abordar problemas complejos en clases de primaria, en el caso de los microplásticos y sus efectos nocivos. Tesis Doctoral Finalizada.
German Chaves	Perfil conceptual sobre adaptación biológica en docentes de Biología: Un estudio de casos. Tesis Doctoral Finalizada.
Nayibe Paredes Arturo	Aportes de la historia de la ciencia en la explicación científica escolar. Tesis Doctoral Finalizada. En Cooperación con la Universidad de Nariño.
Jorge Enrique Salamanca Céspedes	Formación en energías renovables no convencionales para estudiantes de ingeniería electrónica. Tesis doctoral finalizada.
Nataly Olaya	La enseñanza de la bioquímica con apoyo de inteligencia artificial: propuesta de diseño didáctico para la enseñanza de los carbohidratos. Licenciatura en Química. Trabajo de grado Finalizado.

Diana Paola Melo Velásquez	Ciclo de modelización para la enseñanza de la adaptación biológica apoyado en sistemas de información geográfica. Tesis de maestría finalizada.
Jenny Castelblanco Castro y Fanny Córdoba Martínez	Habilidades cognitivolingüísticas develadas en estudiantes de tecnología, bajo la modalidad de educación virtual a distancia por convergencia de medios. Tesis de maestría finalizada.
Leonardo Enrique Abella Peña	Videojuego de rol en red, alternativa para la enseñanza de la naturaleza discontinua de la materia. Tesis de maestría finalizada. UPN.
Alejandra Cortez	Procesos de argumentación pragmatialéctica generados por estudiantes de secundaria durante el estudio de los metabolitos secundarios. Tesis de maestría en curso.
Neisa Mejia Cuenca	Formación ciudadana con aportes de la perspectiva de género. Un estudio de Naturaleza de la ciencia en la Enseñanza de la química. Tesis Doctoral en curso.
Ervin Rueda	Desarrollo de razonamientos científicos en la enseñanza de la física en secundaria: un estudio desde referentes de la naturaleza de la ciencia en el estudio de la cinemática. Tesis Doctoral en curso.

### Impacto

- **Impacto académico:** Las publicaciones del grupo han sido citadas en revistas de alto impacto como *Enseñanza de las Ciencias*, *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education* e *Investigações em Ensino de Ciências*, y en editoriales como *Springer* lo que evidencia la relevancia de sus aportes a nivel iberoamericano.
- **Impacto social:** A través de sus proyectos de intervención en escuelas públicas y de la formación de profesores en ejercicio, el grupo ha contribuido a la mejora de la enseñanza de las ciencias en contextos de vulnerabilidad y diversidad cultural. El proyecto ALTER-NATIVA, por ejemplo, trabajó con comunidades indígenas en México, población sorda en Chile y población en condiciones de vulnerabilidad económica en Colombia (García-Martínez, et. al., 2013).
- **Impacto en políticas educativas:** Los referentes curriculares y los modelos de formación docente desarrollados por el grupo han sido insumo para la formulación de lineamientos en el Ministerio de Educación Nacional de Colombia y para la actualización de programas de formación de profesores en varias universidades del país.

### Proyección

- El grupo GREECE se fortalece con sus **redes internacionales** con centros de investigación en Europa (Universidad Twente-Enschede-Países Bajos, Universitat Autònoma de Barcelona, Universidad de Valencia, Universidad de Vigo) y América Latina (Pontificia Universidad Católica de Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Buenos Aires, Universidad de Río de Janeiro, Universidad Pedagógica Nacional de México), facilitando estancias doctorales y colaboraciones en proyectos conjuntos.

- El contacto con redes académicas nacionales e internacionales ha fortalecido el intercambio académico, en especial con las siguientes redes: EDUCyT, Asociación colombiana para la investigación en ciencias y tecnología. REDLAD, Red latinoamericana de investigadores en didáctica de las ciencias, y la IHPST, International History, Philosophy, and Science Teaching Group.
- El grupo continuará desarrollando **materiales educativos abiertos** (secuencias didácticas, repositorios de casos históricos, simuladores, videojuegos, entre otros recursos digitales) y promoviendo su uso en escuelas y universidades, con especial atención a poblaciones en condición de vulnerabilidad.

Esta trayectoria, impacto y proyección ofrecen a los futuros doctorandos un entorno académico estimulante, con respaldo institucional, redes de colaboración y oportunidades reales de contribuir a la transformación de la educación científica.

---

### Contacto

Director de la línea: Álvaro García Martínez, PhD

Correo: [alvaro.garcia@udistrital.edu.co](mailto:alvaro.garcia@udistrital.edu.co)

Página web del grupo: <https://die.udistrital.edu.co/grupos/greece/home.html>

---

### Referencias

Abella, S., & García-Martínez, Á. (2024). Modelización de un ecosistema de humedal. Representaciones socioambientales de los estudiantes de secundaria e implicaciones para la enseñanza de la ecología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 135-152. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-17256>

Álvarez García, L. M., & García Martínez, Á. (2024). Uso de controversias científicas históricas en el contexto de la enseñanza de la física. Un estudio de la argumentación científica escolar pragmatialéctica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 29(2), 57-83.

García Martínez, Á. (2021). *Las comunidades de desarrollo profesional como vía de formación docente*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

García Martínez, Á. (2024). Investigación y formación docente en la escuela: ¿Cómo aportar al desarrollo profesional docente, desde las primeras prácticas de aula, a partir del diseño de la Actividad Científica Escolar? En *Tributo a Mercè Izquierdo-Aymerich* (pp. 191-206). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Grupo de Investigación en Educación en Ciencias Experimentales (GREECE). (s.f.). *Home*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de <https://die.udistrital.edu.co/grupos/greece/home.html>

Höttecke, D. (2012). HIPST—History and Philosophy in Science Teaching: A European Project. *Science & Education*, 21, 1229-1232. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9435-3>

Höttecke, D., & Silva, C. C. (2011). Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. *Science & Education*, 20, 293-316. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9285-4>

Izquierdo, M., García, Á., Quintanilla, M., & Adúriz, A. (2016). *Historia, Filosofía y Didáctica de las Ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Kolstø, S. D. (2008). Science education for democratic citizenship through the use of the history of science. *Science & Education*, 17, 977-997. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9087-5>

García-Martínez, Merino, Rodríguez, Molina, Hernández, Mosquera y Flores (2013). Referentes curriculares con incorporación de tecnologías para la formación del profesorado de Ciencias Naturales en y para la diversidad. Universidad Pedagógica Nacional (México).

Ruiz Silva, A., & Chauz Torres, E. (2005). *La Formación de Competencias Ciudadanas*. Ascofade.

Sánchez Galvis, D. M., & García-Martínez, Á. (2025). Habilidades de Pensamiento de Orden Superior en la Enseñanza de las Ciencias Naturales: Una propuesta a partir de un análisis Bibliométrico. *Investigações em Ensino de Ciências*, 30(2), 35-75.

Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling Knowledge: Developing Students' Understanding of Scientific Modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302\\_1](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302_1)