



## Análisis de habilidades científicas en la enseñanza de las ciencias: caso comparativo entre profesores de Chile y Colombia

- Scientific Skills Analysis in Science Teaching: Comparative Case between Teachers from Chile and Colombia
- Análise de habilidades científicas no ensino de ciências: caso comparativo entre professores do Chile e da Colômbia

### Resumen

La educación científica contemporánea acentúa su quehacer en el diálogo entre el aprendizaje de la ciencia, su naturaleza y la práctica científica, situada en los nuevos desafíos de la innovación científica y tecnológica; así como la comprensión pública de la ciencia que a partir de la participación ciudadana en la toma de decisiones, integra razones técnico-científicas en la compleja organización social. En este artículo de investigación se muestran los resultados del rol que ocupan las habilidades científicas en la enseñanza de las ciencias, desde un análisis descriptivo que compara las percepciones de profesores de enseñanza básica y media, en torno al sentido formativo, las condiciones metodológicas y procedimentales, clasificación, organización curricular y proceso de evaluación de las habilidades científicas. Con esto, se pretende contribuir a caracterizar el rol que pueden ocupar las habilidades científicas en la escuela, superando la lectura instrumental que regularmente se hace en el trabajo de aula, un sesgo epistemológico que puede llegar incluso a 'vaciar' de sentido el quehacer científico separándolo de un contexto, una pregunta y una necesidad.

Palabras clave:

currículo; enseñanza de las ciencias; habilidades

Carlos Julio Vargas Velandia\*  
Tatiana Aura Morales Silva\*\*

\* Magíster en Educación; profesor universidad de Antofagasta (Chile); grupo de estudios en Enseñanza de la Biología Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). Correo electrónico: carlos.vargas@uantof.cl. Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9830-8190>

\*\* Magíster en Educación; profesora Universidad de Antofagasta (Chile); grupo de Estudios Contemporáneos en Enseñanza de las Ciencias (Chile). Correo electrónico: tatiana.morales@uantof.cl. Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9119-4562>



## Abstract

Contemporary scientific education emphasizes its work in the dialogue between learning science, its nature and scientific practice, situated in the new challenges of scientific and technological innovation. As well as the public understanding of science through citizen participation in decision-making, gradually integrating technical-scientific reasons into the complex social organization. The results of the role that scientific skills occupy in the teaching of science on stage are shown from a descriptive analysis that compares the perceptions of teachers of basic and secondary education, regarding the formative sense, the methodological and procedural conditions, classification, curricular organization and evaluation process of scientific skills. Thus contributing to characterizing the role that scientific skills can occupy at school, overcoming the instrumental reading that is regularly done in classroom work, an epistemological bias that can even 'empty' meaning the scientific task separating it from a context, a question and a need.

Keywords:

curriculum; science education; skills

## Resumo

A educação científica contemporânea enfatiza seu trabalho no diálogo entre aprender ciência, sua natureza e prática científica, situado nos novos desafios da inovação científica e tecnológica. Também a compreensão pública da ciência através da participação do cidadão na tomada de decisões que gradualmente integra razões técnico-científicas na complexa organização social. São apresentados os resultados do papel que as habilidades científicas ocupam no ensino de Ciências no palco, a partir de uma análise descritiva que compara as percepções dos professores do ensino fundamental e médio em relação ao sentido formativo, condições metodológicas e processuais, classificação, organização curricular e processo de avaliação de habilidades científicas. Dessa forma, é possível contribuir para caracterizar o papel que as habilidades científicas podem ocupar na escola, superando a leitura instrumental realizada regularmente no trabalho em sala de aula, um viés epistemológico que pode até "esvaziar" a tarefa científica de separá-la de um contexto, uma pergunta e uma necessidade.

Palavras-chave:

competências; ensino de ciências; currículo

## Introducción

La educación además de un asunto pedagógico y didáctico es la expresión de un proyecto cultural, político y económico, es decir, constituye una oportunidad de desarrollo humano y social para el progreso integral de los países ante los nuevos desafíos que plantea la sociedad contemporánea. Así, educar en ciencias se ha convertido en punto esencial de la agenda latinoamericana del nuevo milenio (Macedo, 2016), con reformas educativas que buscan ampliar las finalidades y objetivos en la enseñanza de las ciencias, las cuales estuvieron dominadas en un principio por la finalidad propedéutica de la educación científica, que buscó garantizar en la selección de contenidos y prácticas escolares la continuación a la educación superior, preparando así los futuros médicos biólogos, geólogos, ingenieros o físicos (Meinardi, 2010).

## Antecedentes

A mediados del siglo xx la alfabetización científica (*scientific literacy*) procuraba disponer de los conocimientos científicos y tecnológicos a la mayoría de la población para integrarlos en la sociedad industrializada (Fourez, 1997), encaminando el uso del conocimiento científico adquirido en la interpretación de los fenómenos físicos y naturales, la resolución de problemas y la evaluación crítica de la información (Jiménez, 2002). Sin embargo, para Acevedo (2003) la alfabetización no siempre estuvo asociada a ciencia para todos, pues algunos expertos respecto a su enseñanza discutían que no se trataba de contenidos, ni experiencias, ni estrategias de aprendizaje iguales para toda la población sino de generar condiciones de posibilidad que les permitiera a todos lograr una alfabetización científica.

En ese sentido, para Fernández et ál. (2014) los currículos deben adaptarse a las necesidades de los estudiantes y avances científicos-tecnológicos actuales, que les permita valorar y tomar decisiones; en cuyo caso, el actual paradigma de la enseñanza de las ciencias plantea la idea de enseñar sobre la naturaleza de la ciencia. Desde allí se podría empezar a ‘tejer’ las relaciones con la tecnología, sociedad y ambiente, construyendo ejemplos de la vida cotidiana y no una enseñanza que enfatice la ciencia “pura”, básica y descontextualizada.

Al respecto, la pregunta por la naturaleza de la ciencia propone otro nivel de discusión que podría situarse en tres aspectos: a) la comprensión del método científico más allá de una serie de pasos que inician por la ‘observación’ y culminan en los resultados, en tanto responde a una compleja dinámica de lo filosófico, histórico y sociológico (Adúriz, 2005); b) retomar el debate empírico-racional en la formación del espíritu científico, en el que Bachelard señala “que debe formarse en contra de la naturaleza dentro y fuera de nosotros” (2000, p. 27), un expreso rechazo al empirismo donde la experiencia básica sin una construcción racional bien explícita puede constituir un obstáculo epistemológico; y c) caracterizar la imagen de ciencia que tengan los docentes en su ‘disco duro’, la cual será proporcional a su forma de enseñarla, es decir, la enseñanza de un saber —modelos de enseñanza— es el efecto de la relación que el docente establezca con ese saber, independiente de su personalidad y el contexto en el que se ubique (Porlan, 1998).

En ese orden de ideas, pensar hoy la enseñanza de las ciencias es una necesidad imperativa en un mundo globalizado donde la tecnología y las innovaciones ocupan un

lugar protagónico, además de participar de forma activa en la toma de decisiones que paulatinamente integran razones técnico-científicas en la compleja organización social y por ende en la participación ciudadana. En tal sentido, Correa et ál. plantean que

los propósitos deseables de la enseñanza de las ciencias en la educación básica son la adquisición y desarrollo de una cultura y actitud científica; esto es, contribuir a la formación de valores y de una concepción racional y razonada de la relación del ser humano con su medio ambiente. (2014, p.26)

En dicho contexto surge el interés por indagar sobre el rol que ocupan las habilidades científicas en la enseñanza de las ciencias en el escenario escolar, a partir de profesores vinculados a las prácticas docentes relacionadas con la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia) y Universidad de Antofagasta (Chile), especialmente con intervención en la enseñanza básica-media, en tanto responde a esa forma de relacionarse con el mundo a través del *hacer práctico* (pipetear, pesar, enfocar una muestra en el microscopio) y el *hacer cognitivo* (relacionar, comparar, calcular, interpretar) desde un modelo de ciencia escolar distinta a la ciencia de la comunidad científica.

## Marco teórico

Las habilidades científicas entendidas como capacidad y disposición para llevar a cabo el *ethos científico* integran la concepción que tenemos de ciencia, que se compone de producto y proceso; el primero, entendido como el cuerpo de conocimientos y conceptualizaciones que ha sido generado a lo largo de la historia de la humanidad (Cobo et ál., 2020; Siso y Cuéllar, 2017); y como proceso, un saber hacer que incluye el conjunto de habilidades y formas de pensar mediante las cuales este conocimiento se ha construido (DeBoer, 1991). Al respecto, Pérez y López (1999) definen las habilidades investigativas como: dominio de acciones (psíquicas y prácticas) que permiten la regulación racional de la actividad, con ayuda de los conocimientos y hábitos que el sujeto posee para ir a la búsqueda del problema y a la solución del mismo por la vía de la investigación científica.

## Sentido y clasificación de las habilidades científicas

Para el Ministerio de educación de Chile, las Bases curriculares señalan que:

la [enseñanza] de las Ciencias Naturales buscan que los y las estudiantes conozcan, desde su propia experiencia, lo que implica la actividad científica; es decir, que adquieran habilidades de investigación científica mediante la práctica a través de objetivos de Aprendizaje que se relacionan con el proceso de investigación científica. (2015, p.130)

Las agrupa así en cinco etapas: a) observar y plantear preguntas, b) planificar y conducir una investigación, c) procesar y analizar la evidencia, d) evaluar y, e) comunicar.

Así mismo, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) en 1998 y 2004 planteó que las habilidades científicas hacen parte del mundo de la vida y se desarrollan a través de la comunicación con los interlocutores de la comunidad científica. Reconociendo así el protagonismo del estudiante que le permite... “descentrarse [y] situarse en otras perspectivas entendibles para él y vea desde ellas la relatividad de sus convencimientos en busca de un conocimiento más objetivo o, lo que es equivalente, un conocimiento más intersubjetivo” (1998, p. 8). Y dichas habilidades son agrupadas en seis etapas: a) explorar hechos y fenómenos, b) analizar problemas, c) observar, recoger y organizar información relevante, d) utilizar diferentes métodos de análisis, e) evaluar los métodos, f) compartir los resultados.

En ese sentido, Chona et ál. (2004) planteó cómo los profesores de la básica-media de instituciones educativas en Bogotá (Colombia) propusieron una clasificación de las competencias en tres tipos: *básicas, investigativas y de pensamiento reflexivo y crítico*. Entiendo por competencia una discusión estructural sobre el sentido del aprendizaje escolar en relación conjunto de habilidades que le permitan resolver situaciones cotidianas (Díaz-Barriga, 2006). Aspecto que coincide con la estructura progresiva y compleja de las habilidades científicas en el contexto educativo, donde hacer ciencia hoy reúne un conjunto de habilidades que bien podrían cifrarse en “cinco grandes categorías del proceso científico, tres de ellas permanentes (observar, estudiar y comunicar) y dos categorías de transición (problematización y codificación) estas últimas

menos largas durante el proceso” (Reyes-González y García-Cartagena, 2014, p. 276).

## Metodología y desarrollo de habilidades científicas

Para el MEN de Colombia el enfoque metodológico en la enseñanza de las ciencias debería orientarse “a partir del enfoque interdisciplinario durante la formulación y desarrollo de los Proyectos Pedagógicos” (1998, p. 44). Por otro lado, la resolución 18853 de 2017 de MEN estableció incluir en la formación inicial docente los componentes de historia y epistemología de los campos disciplinares, en respuesta a los aportes de la didáctica de las ciencias, además de incluir el uso de las TIC a partir de ambientes virtuales de aprendizaje.

Ruiz (2007) señala que: los modelos didácticos de enseñanza de las ciencias en el contexto Colombiano transitan del modelo de transmisión-recepción a un modelo de cambio conceptual, que busca reconocer una estructura cognitiva en el educando, el cual a través del conflicto cognitivo reconoce la incompatibilidad entre el conocimiento científico y cotidiano, dando lugar a un modelo por investigación, que busca cuestionar la visión absolutista, aporética, ahistórica y acumulativa de la ciencia.

En el caso del Mineduc de Chile (2019), el enfoque metodológico del ciclo terminal de media se orienta a partir de la resolución de problemas, el aprendizaje basado en proyectos, enfoque STEAM, enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente). Así mismo se impulsó el Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC, 2017), una iniciativa de carácter nacional que aporta al mejoramiento de la calidad de la educación en ciencias de los estudiantes de Educación Parvularia, Educación Básica y Media; donde

los estudiantes son los protagonistas en la construcción de conocimiento desde esquemas conceptuales, procesos y estrategias (el diseño de una investigación o la selección de un diseño superan el “paso a paso” del procedimiento esquemático), estructuras epistemológicas y procesos sociales (Driver, 1996).

## Enfoque curricular y evaluación en la formación de habilidades científicas

Para el Mineduc de Chile no es necesario seguir un orden lineal al enseñar el proceso de investigación, y es posible trabajar cada uno de los objetivos de aprendizaje de habilidades de investigación científica en forma independiente. “El o la docente podrá determinar, autónomamente, el orden más adecuado para practicar algunas de las diversas habilidades que se ponen en acción en cada una de sus etapas” (2015, p.135). Un aspecto que caracteriza la orientación curricular de la formación a partir de habilidades científicas en la media. En ese sentido, Di Mauro et ál. (2015) exponen la importancia de enfatizar el desarrollo de habilidades científicas desde los primeros años de escolaridad.

Por otro lado, uno de los aportes importantes de la taxonomía de Bloom fue ofrecer una clasificación de objetivos de aprendizaje y habilidades mentales asociados a niveles de complejidad creciente, atendiendo una organización jerárquica de habilidades de pensamiento que permitió establecer objetivos educativos y acciones que pondrían en evidencia que los alumnos han logrado dichas habilidades (Fowler, 2002). Otro aspecto, de relevancia en la organización curricular en ambos países es la interdisciplinariedad como eje articulador de las habilidades científica en relación entre el método científico: “aquellas habilidades que tomando en consideración las bases del método científico y con un carácter interdisciplinar deben desarrollar las diferentes áreas del conocimiento” (López, 2001, p. 33).

En Colombia el decreto 1290 de 2009 reglamenta la evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes de los niveles de educación básica y media; con la cual busca identificar las características personales, intereses, ritmos de desarrollo y estilos de aprendizaje del estudiante para valorar sus avances. Para el Mineduc de Chile el nuevo Sistema Nacional de Evaluación de Aprendizajes gestionado por la Agencia de Calidad de la Educación (2018) propone el foco en el monitoreo y la mejora de los aprendizajes, así como tener una visión integral de los aprendizajes, incorporando elementos cognitivos y de desarrollo personal y social.

## Metodología

El enfoque investigativo buscó la comprensión del fenómeno educativo, develando su significado, detallando procesos de pensamiento y prácticas, resultado de diversas concepciones de comprender la realidad y formas de conocerla (Rodríguez, 2018).

guez et ál., 1999; Massi y Linharez-Queiroz, 2019). Donde la dicotomía entre cualitativo y cuantitativo deja de tener sentido, ya que el método de investigación no depende de lo instrumental, sino más bien de la postura epistemológica y la ontología en los distintos paradigmas o posturas filosóficas que tengamos de la ciencia (Páramo y Otálvaro, 2006). El diseño cuasi-experimental utilizado tomó como muestra dos grupos experimentales, uno asociado a la prácticas educativas (Colombia) y el otro vinculado a perfeccionamiento académico (Chile). Donde los participantes completaron el cuestionario durante un semestre como instrumento de recolección de datos.

## Participantes

En la encuesta participaron 79 profesores vinculados a las practicas docentes de las licenciaturas en biología de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia) y en caso de Chile se seleccionaron al azar establecimientos entre municipales, particular subvencionado y particulares, aplicándose el cuestionario a 82 profesores ligados a enseñanza de ciencias naturales (Enseñanza Básica): biología, química y física (Enseñanza Media). La muestra de Chile, estuvo constituida por 61 mujeres y 21 hombres, 52 (63,4 %), de ellos han participado en cursos de perfeccionamiento académico de diversa índole, cabe señalar que un 12,20 % de ellos se han perfeccionado en cursos relacionados con la enseñanza de las ciencias naturales. La muestra en estudio presenta una edad promedio de 33,4 años.

Descripción de la muestra de Colombia esta estaba constituida por 42 mujeres y 41 hombres, 21 (26,6 %) de ellos han participado en cursos de perfeccionamiento académico de diversa índole, cabe mencionar que un 13,9 % de ellos se han perfeccionado en cursos relacionados con la enseñanza de las ciencias

naturales. Como por ejemplo “Metodología, experimentación y Química, Cursos Virtuales de aspecto Científico, Diplomado en Enseñanza de las Ciencias, Metodología de la Enseñanza de las Ciencias, Habilidades Científicas, Pequeños Científicos, Especialización en docencias de las Ciencias”. La muestra en estudio presenta una edad promedio de 36,9 años.

## Técnicas de análisis y procedimiento

Desde el punto de vista del diseño y la fundamentación del proceso de investigación se tenían las condiciones para realizar un estudio comparativo entre Chile y Colombia, no solo por la correspondencia en la racionalidad curricular, el modelo por competencias, la formación inicial docente y estándares de calidad (Vásquez-Orjuela, 2015), sino por estrecha relación con maestros de básica y media en ambos países, los cuales participan de los procesos y gestión pedagógica adelantadas desde ambas universidades. Y dada la importancia que las actitudes docentes tienen respecto a la práctica docente (Traver, 2005), se diseñó un instrumento de indagación que sirviera para orientar la valoración de las actitudes en relación con el uso de habilidades científicas en la enseñanza de las ciencias en la básica y media.

Dentro de los instrumentos de enfoque cuantitativo empleados para valorar las actitudes, se utilizó la escala Likert, asignando valores entre 1 y 4, valorando así las percepciones de profesores en ejercicio, *test* que ponderó actitudes y conocimientos mediante la construcción de una escala ordinal que incluyó 23 ítems con valores de 1 como totalmente en desacuerdo, (TA), 2 en desacuerdo (ED), 3 de acuerdo (DA) y 5 como totalmente de acuerdo (TD).

Al respecto, la escala utilizó enunciados o proposiciones, es decir afirmaciones, sobre las

que se manifestó el individuo; en ese sentido, la presente investigación propuso 5 categorías de análisis (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de análisis de cuestionario con su correspondiente descripción de ítems

Categorías	Ítems
1. Sentido formativo de las habilidades científicas	1.1 Las habilidades científicas se corresponden con las necesidades formativas e intereses de los estudiantes
	1.2 La adquisición de habilidades científicas, orientan la formación de un ciudadano con capacidad de discernir y participa en decisiones públicas
	1.3 La enseñanza de habilidades científicas son la base para cursar estudios superiores
	1.4 Las habilidades científicas fomentan la participación de los estudiantes en las discusiones públicas relacionadas con Ciencia y Tecnología
	1.5 Las habilidades científicas representan un factor de interés para los estudiantes en su proceso de formación
	1.6 En el aprendizaje de las ciencias y desarrollo de competencias o habilidades científicas se deben considerar aspectos sociales y emocionales de los estudiantes
2. Condiciones metodológicas y procedimentales de las habilidades científicas	2.1 Las habilidades científicas son comunes a todas las disciplinas que conforman las Ciencias Naturales
	2.2 Es necesario diseñar tareas y actividades específicas para los estudiantes en función de las habilidades científicas
	2.3 Es necesario que todos los estudiantes dispongan del mismo tiempo para realizar las actividades de aprendizaje aplicando las habilidades científicas
	2.4 Las habilidades científicas se trabajan en forma independiente y flexible
	2.5 Las habilidades científicas se desarrollan si su aplicación se lleva a cabo en el laboratorio de ciencias naturales
	2.6 El desarrollo de habilidades científicas es igual de riguroso al trabajo llevado a cabo por los científicos
	2.7 Los recursos didácticos se articulan con facilidad con el desarrollo de habilidades científicas
3. Clasificación de las habilidades científicas	3.1 Están claramente descritas las habilidades científicas que se deben desarrollar en cada nivel escolar (pre-escolar, básica y media)
	3.2 Las habilidades científicas se organizan y se clasifican en cada nivel escolar
	3.3 La clasificación de habilidades científicas en el contexto escolar es diferente al contexto científico
4. Organización curricular	4.1 Las estrategias pedagógicas y didácticas, utilizadas en la enseñanza de las ciencias se corresponden con el desarrollo de habilidades científicas
	4.2 Los criterios de organización de las habilidades científicas según el nivel escolar son expresos y claros
	4.3 Existen políticas ministeriales que orientan las habilidades científicas que se deben desarrollar en cada nivel escolar
5. Procesos de evaluación	5.1 El desarrollo de las habilidades científicas se pueden evaluar durante la ejecución de las actividades experimentales
	5.2 La adquisición de las habilidades científicas se articulan significativamente con los procesos evaluativos
	5.3 Los criterios o escalas de evaluación de aprendizajes visibilizan las fortalezas en la comprensión de habilidades científicas.
	5.4 Los criterios o escalas de evaluación de aprendizajes visibilizan las deficiencias en la comprensión de habilidades científicas

Fuente: elaboración propia.

El cuestionario fue sometido a validación por juicio de expertos, en el caso de Chile y Colombia participaron seis y cinco validadores respectivamente. Los aspectos considerados en la evaluación fueron de contenido y aspectos formales, para lo cual como señalan, Skjong y Wentwotht (2000, citados por Escobar y Cuervo, 2008), se dispusieron las instrucciones y plantilla de respuestas, desde la revisión y ajustes de las aseveraciones por ítem, se aplicó a los docentes.

## Resultados y análisis

El objetivo de la investigación buscó establecer una comparación entre las percepciones de profesores de la básica-media del área de ciencias en Antofagasta y Bogotá asociados a la práctica docente de dos universidades públicas y estatales (Universidad Pedagógica Nacional Colombia y Universidad de Antofagasta Chile) a partir de cinco categorías descriptivas

y de análisis, las cuales indagaban por el sentido formativo de la habilidades científicas (HC), condiciones metodológicas y procedimentales de su enseñanza, clasificación de las habilidades científicas, organización curricular y procesos de evaluación.

A continuación, se presenta el análisis de los resultados, comparando las respuestas de los docentes de ambos países en virtud de cada una de las categorías analizadas:

En la categoría Sentido Formativo de la Habilidades Científicas, (Figura 1) se identifica una semejanza en la percepción en la escala de acuerdo en ambos países 50 % Colombia y 57 % Chile en el ítem 1.1 (Las habilidades científicas se corresponden con las necesidades formativas e intereses de los estudiantes.) y 52 % Colombia y 50 % Chile en el ítem 1.5 (Las habilidades científicas representan un factor de interés para los estudiantes en su proceso de formación).

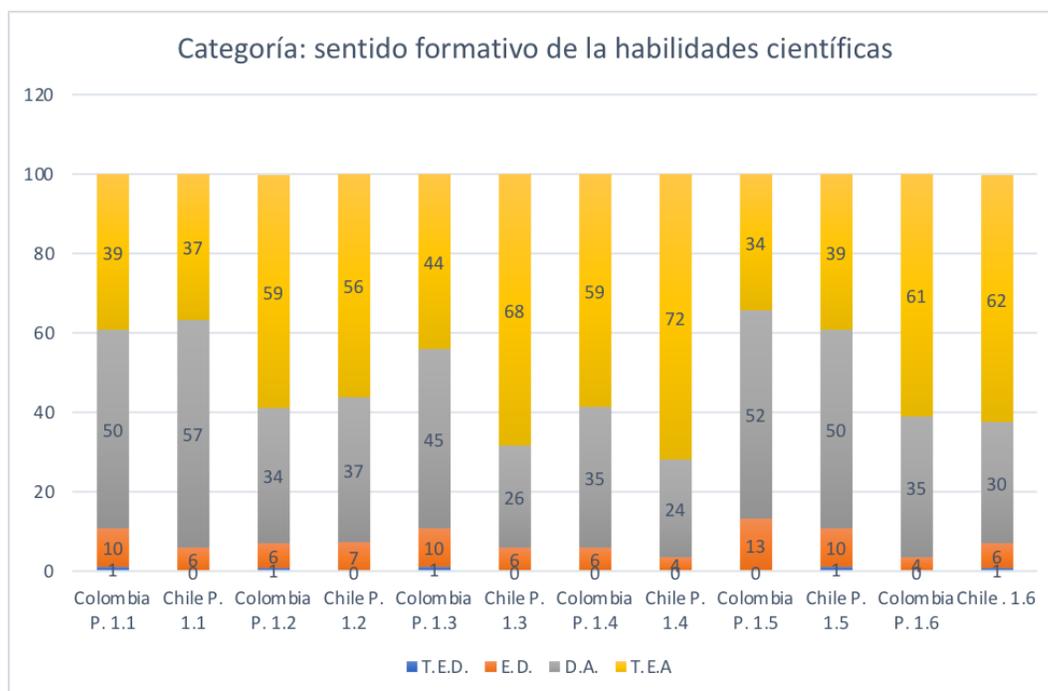


Figura 1. Distribución en porcentaje por cada ítem de las respuestas de los docentes de Colombia y Chile en la categoría sentido formativo de las habilidades

Fuente: elaboración propia.

Profesores de ambos países reconocen que las HC hacen parte de las necesidades formativas e intereses de los estudiantes; Chile, por su parte, con una clara política educativa orientada a la alfabetización científica y fortalecimiento de las relaciones CTS y Colombia con una orientación hacia una actitud constructiva y dialogante entre el mundo de la vida y el quehacer científico de las comunidades científicas (Figura 1).

En el caso de los ítems 1.2 (La adquisición de habilidades científicas, orientan la formación de un ciudadano con capacidad de discernir y participar en decisiones públicas) la percepción fue de un 59 % Colombia y 56 % Chile en la escala totalmente de acuerdo y respecto al ítem 1.6 (En el aprendizaje de las ciencias y desarrollo de competencias o habilidades científicas se deben considerar aspectos sociales y emocionales de los estudiantes) el porcentaje de valoración se mantuvo semejante con un 61 % Colombia y 62 % Chile en la escala totalmente de acuerdo. Al respecto, Chile luego del retorno a la democracia generó una serie de reformas educativas respecto al Estudio de la Educación Cívica y Formación Ciudadana desde 2010 llegando en 2017 a articular la ciencia social y natural con la asignatura Ciencias: Naturaleza y Sociedad y ahora en la actual política pública de Ciencias para la ciudadanía a partir del 2020 en el currículo nacional.

Asimismo, Colombia en 2007 expidió los estándares básicos en ciencias, que integraron las ciencias sociales y las ciencias naturales como campos en interrelación.

En relación a la afirmación 1.3 (La enseñanza de habilidades científicas son la base para cursar estudios superiores) la percepción en Colombia estuvo en un 45 % en la escala de acuerdo y en Chile en un 68 % en la escala de acuerdo. Tal diferencia, pone en discusión la finalidad propedéutica de la formación científica en ambos países; en Chile la PSU (Prueba de Selección Universitaria) es un examen estandarizado que utiliza el marco curricular de la enseñanza media como parte del proceso de admisión a la educación universitaria, que incluye preguntas orientadas a detectar habilidades del pensamiento científico, y por ende reorienta la finalidad de la media en la formación científica.

Por su lado, Colombia no estandariza el examen de estado para la evaluación de la educación media denominada Prueba saber 11 (realizada por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [Icfes]) como criterio de admisión a la educación superior. Igualmente, el Icfes realiza un examen de la Calidad de Educación Superior (Ecaes o Saber Pro) durante los últimos semestres de carreras profesionales con el propósito de seguir afianzando la formación del pensamiento científico.

Respecto a la afirmación 1.4 (las habilidades científicas fomentan la participación de los estudiantes en las discusiones públicas relacionadas con ciencia y tecnología) la percepción en Colombia estuvo en un 59 % en la escala totalmente de acuerdo y en Chile en un 72 %, diferencia que respalda el comportamiento

obtenido en los ítems 1.2 y 1.6 en el que comparían porcentajes en la escala totalmente de acuerdo respecto a la relación ciencia-ciudadanía. La diferencia en este ítem ocurre probablemente toda vez que Chile presenta una progresiva política pública de vinculación de la ciudadanía en la comprensión de la ciencia y la tecnología, expresada en su normatividad (currículo nacional 2017, 2020) y objeto de continuos debates públicos en relación a la importancia de la educación en ciencias en temas de sostenibilidad ambiental y la gestión del conocimiento como factor de desarrollo económico del país con una clara apuesta por generar ventajas competitivas.

En la categoría condiciones metodológicas y procedimentales de las habilidades científicas se identifica una semejanza en la percepción en la escala totalmente de acuerdo en ambos países: 54 % Colombia y 57 % Chile en el ítem 2.1 (las habilidades científicas son comunes a todas las disciplinas que conforman las Ciencias Naturales) y también en el ítem 2.2 (es necesario diseñar tareas y actividades específicas para los estudiantes en función de las habilidades científicas) con un 59 % Colombia y 62 % Chile. Al respecto, analizando el ítem 2.1, el MEN de Colombia ha sido persistente en su política pública de incorporar en el currículo nacional un enfoque interdisciplinario durante la formulación y desarrollo de los proyectos pedagógicos.

A su vez, Chile desde 2017 mantiene su programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias (ICEC) como una iniciativa de carácter nacional que busca aportar al mejoramiento de la calidad de la educación en ciencias de los estudiantes de Educación Parvularia, Educación Básica y Educación Media. En este punto, como señalan Mineduc Chile (2009) y López (2017), la enseñanza de las ciencias y en consecuencia en el desarrollo de habilidades, se debe flexibilizar variadas for-

mas y estrategias para permitir nuevos aprendizajes que consideren los requerimientos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes según su desarrollo evolutivo. Igualmente, Chile en las reformas curriculares de 2018 continúa con su apuesta de interdisciplinariedad curricular.

En relación al ítem 2.3 (es necesario que todos los estudiantes dispongan del mismo tiempo para realizar las actividades de aprendizaje aplicando las habilidades científicas) y 2.5 (las habilidades científicas se desarrollan si su aplicación se lleva a cabo en el laboratorio de ciencias naturales) los porcentajes en la escala *en desacuerdo* fueron los más altos. En el ítem 2.3 Colombia presentó un 37 % y Chile un 35 % en desacuerdo, aspecto que favorece el análisis resultado de la dicotomía entre un proceso de estandarización curricular con una temporalidad específica en el desarrollo de la HC y los procesos cognitivos de cada grupo de estudiantes y contextos escolares que buscan ampliar los espacios que permitan interactuar con la totalidad de la vida del estudiante.

Respecto al ítem 2.5, tanto en Colombia como en Chile no se encuentran políticas o estudios puntuales sobre qué tipo de habilidades científicas deberían enseñarse en el trabajo práctico. Situación que reafirma la importancia de vincular la epistemología e historia de las ciencias adviertan a un modelo de aprendizaje basado desde un punto de vista inductivista propio de método científico tradicional (Hodson, 1994 citado en Meinardi, 2010).

En relación con el ítem 2.4 (las habilidades científicas se trabajan en forma independiente y flexible), los porcentajes en ambos países son similares en la escala de acuerdo: Colombia 51 % y Chile 50 %. Dicho comportamiento coincide con el promedio del ítem 1.1 y 1.5 que estuvieron por encima del 50 % respecto a las necesidades formativas e intereses de los estudiantes en HC.

Finalmente, en el ítem 2.6 (el desarrollo de habilidades científicas es igual de riguroso al trabajo llevado a cabo por los científicos) se identifica una diferencia en el nivel de escala; mientras en los profesores de Bogotá el desacuerdo es de 41 % en Antofagasta (Chile) es de un 21 %, comportamiento que puede entenderse a razón del activo movimiento pedagógico en Colombia (finales del siglo xx) y la ley de ciencia y tecnología (1990 y 2009). Procesos sociales, que reivindicaron la importancia de un modelo profesionalizante de maestros para atender la educación básica y media en ciencias, el cual sigue incorporando categorías del campo de la didáctica de las ciencias, como la ciencia escolar, que separa el trabajo de la escuela con el quehacer propio de los científicos (Figura 2).

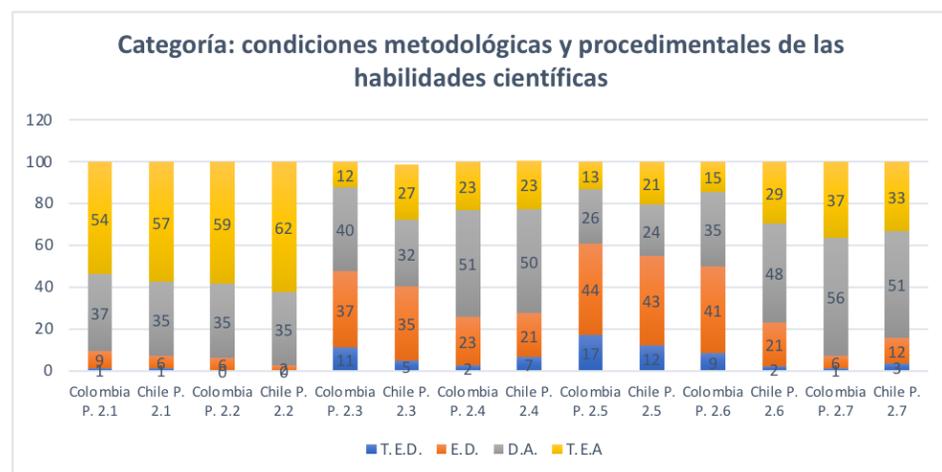


Figura 2. Distribución en porcentaje por cada ítem de las respuestas de los docentes de Colombia y Chile en la categoría condiciones metodológicas y procedimentales de las habilidades científicas

Fuente: elaboración propia

En la categoría clasificación de las habilidades científicas en el ítem 3.1 (están claramente descritas las habilidades científicas que se deben desarrollar en cada nivel escolar (preescolar, básica y media) ambos países comparten estar en acuerdo, mientras Colombia tiene un 61 % de acuerdo, Chile tuvo un 48 % con la misma percepción; aspecto que podría relacionarse con la promulgación de bases y estándares curriculares oficiales en ambos países, ya que en la última década señalan como eje del currículo en la básica-media el enfoque basado en competencias, donde los objetivos de aprendizaje se relacionan en forma más explícita con las habilidades, los conocimientos y las actitudes.

No obstante, muestran un incremento en la escala de desacuerdo, para el caso de Colombia con un 18 % y para Chile un 17 %, aspecto que podría estar relacionado con la poca claridad metodológica que diferencie las habilidades científicas en el contexto preescolar o parvulario frente al trabajo en la básica y

media, el cual no se expone de manera expresa en las reglamentaciones de ambos países.

En relación con el ítem 3.2 (las habilidades científicas se organizan y se clasifican en cada

nivel escolar) se identifica una semejanza en la percepción en la escala de acuerdo en ambos países: 62 % Colombia y 55 % Chile, similitud que coincide con el ítem 3.1 (Figura 3).

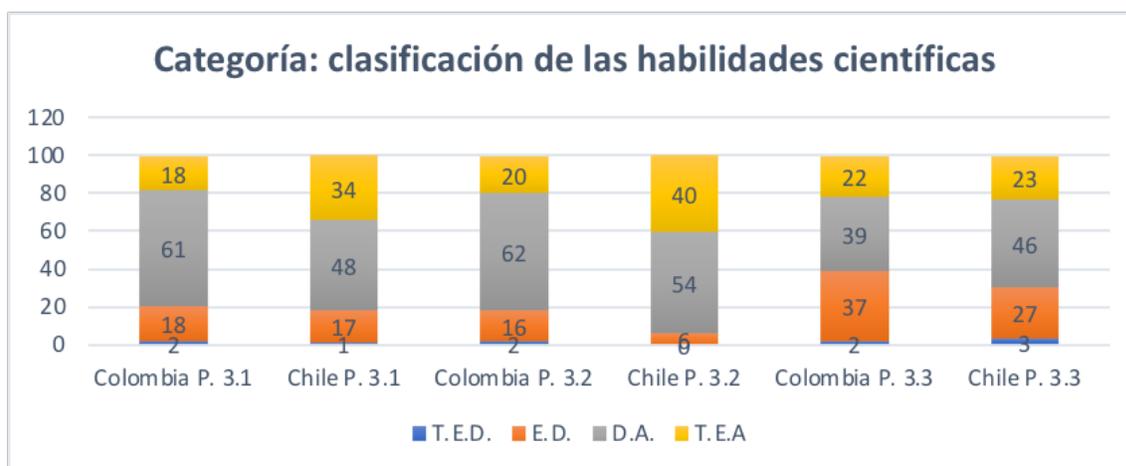


Figura 3. Distribución en porcentaje por cada ítem de las respuestas de los docentes de Colombia y Chile en la categoría clasificación de las habilidades

Fuente: elaboración propia.

Respecto al ítem 3.3 (la clasificación de habilidades científicas en el contexto escolar es diferente al contexto científico) fue de 37 % en desacuerdo en Colombia y 27 % en Chile. Un comportamiento que cuestiona la pretensión de incluir un orden 'alfabético' en las habilidades de investigación en ciencias como analizar, clasificar, comparar, comunicar, evaluar, experimentar, explorar, formular preguntas, investigar, medir, observar, planificar, predecir, registrar, usar instrumentos y usar modelos (Mineduc Chile 2019) o listar estándares como explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, utilizar diferentes métodos de análisis, evaluar los métodos y compartir los resultado (MEN, 2004).

En la categoría de organización curricular de las habilidades científicas las dos poblaciones de docentes de Bogotá y Antofagasta mostraron el mismo comportamiento

porcentual por encima del 50 % en la escala de valoración, en la cual coinciden estar de acuerdo con la proposición de los tres ítems, para el ítem 4.1 (las estrategias pedagógicas y didácticas, utilizadas en la enseñanza de las ciencias se corresponden con el desarrollo de habilidades científicas) Colombia muestra un 50 % y Chile 56 %, para el ítem 4.2 (los criterios de organización de las habilidades científicas según el nivel escolar son expresos y claros) Colombia presenta un 49 % y Chile un 51 % y el ítem 4.3 (existen políticas ministeriales que orientan las habilidades científicas que se deben desarrollar en cada nivel escolar) Colombia tiene un 52 % y Chile un 54 %.

Sin embargo, el ítem 4.2 y 4.3 también presentan un significativo porcentaje de desacuerdo, Colombia con un 28 % y 21 % y Chile con 24 % y 22 %, valoración que reafirma la percepción de algunos profesores de Colombia y Chile respecto a la carencia

de un marco de comprensión curricular de las HC en el contexto de la básica y media, que a pesar de estar referidas en las bases y estándares de las entidades oficiales no se dispone de un marco comprensivo que proponga criterios de clasificación acordes con la progresividad y complejidad de la formación diferencial en ciencias (parvularia, básica y media), así como tampoco se construyen los límites o alcances de la autonomía docente en la organización curricular de la HC en ambos países. Existiendo poco desarrollo en la investigación educativa al respecto, quedando en 'vacío' al momento de construir una racionalidad que articule desarrollo del pensamiento científico a través de las habilidades con las etapas de desarrollo, ciclos y niveles de formación (Figura 4).

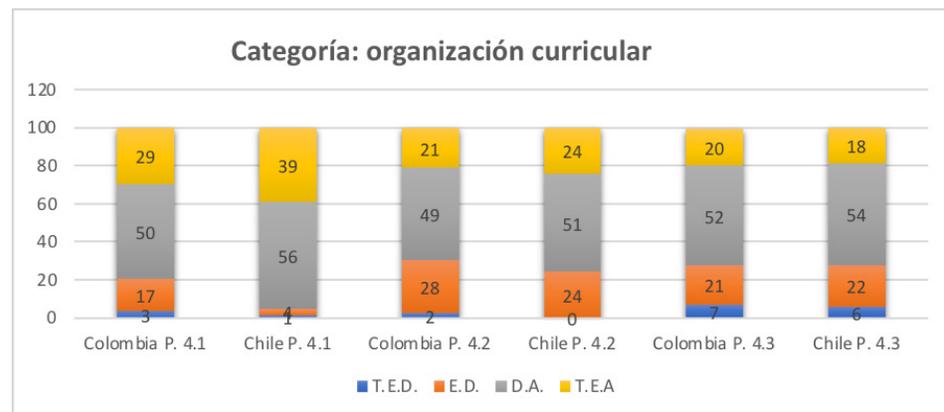


Figura 4. Distribución en porcentaje por cada ítem de las respuestas de los docentes de Colombia y Chile en la categoría organización curricular

Fuente: elaboración propia.

Por último, en la categoría de procesos de evaluación en el ítem 5.3 (los criterios o escalas de evaluación de aprendizajes visibilizan las fortalezas en la comprensión de habilidades científicas) y el ítem 5.4 (los criterios o escalas de evaluación de aprendizajes visibilizan las deficiencias en la comprensión de habilidades científicas) ambos países presentan comportamientos similares, Colombia con promedios de 49 % y 52 % y Chile con un 54 % y 57 % en la escala de acuerdo, una percepción acorde con las reglamentaciones de monitoreo y evaluación de aprendizajes de ambos países (Sistema Nacional de Evaluación de Aprendizajes gestionado por la Agencia de Calidad de la Educación de Chile y Decreto 1290 de 2009 para Colombia); sin embargo, ambos ítems también presentan un bajo porcentaje de 18 % y 21 % para Colombia y 13 % y 15 % para Chile respectivamente, valoración que podría corresponderse a la importancia de ampliar la comprensión de los criterios que determinan la clasificación y organización curricular en virtud de las etapas de desarrollo del niño, los ciclos, los niveles, además de la diversidad cognitiva que suele complejizar la evaluación del hacer práctico y cognitivo.

En relación al ítem 5.1 (el desarrollo de las habilidades científicas se pueden evaluar durante la ejecución de las actividades experimentales) y 5.2 (la adquisición de las habilidades científicas se articulan significativamente con los procesos evaluativos) los porcentajes se diferencian, mientras los profesores chilenos tienen la percepción de estar totalmente de acuerdo entre un 57 % y 40 % frente a la

percepción colombiana de 48 % y 38 %, aspecto que bien podría discutirse al margen del análisis realizado en el ítem 2.5 sobre la crítica a los trabajos prácticos donde las técnicas de laboratorio suelen estar más centradas en destrezas manuales que en procesos cognitivos, atendiendo una mirada epistemológica e histórica de las ciencias (Figura 5).

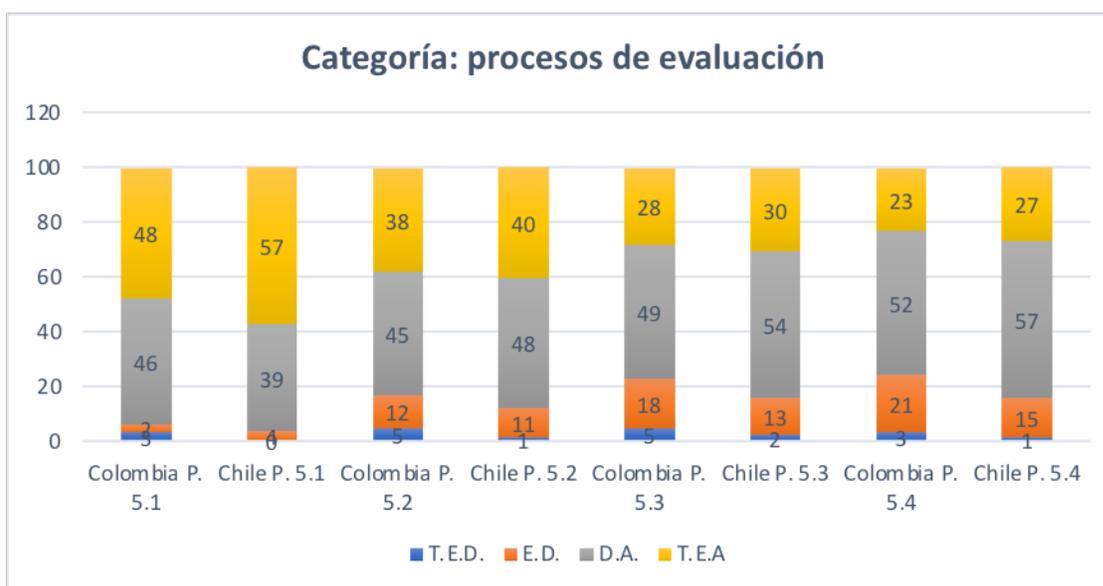


Figura 5. Distribución en porcentaje por cada ítem de las respuestas de los docentes de Colombia y Chile en la categoría proceso de evaluación

Fuente: elaboración propia.

Así las cosas, entre los aportes sobresalientes de dicho estudio al campo de la enseñanza de las ciencias naturales, como insumos base para la transformación de la práctica docente en la relación habilidades científicas y generación de pensamiento científico en la básica-media podemos señalar los siguientes aspectos:

Ambos países tienen estrategias institucionales que favorecen la indagación científica y los clubes de ciencia como estrategia de estímulo e interés del estudiante a partir de involucrar su experiencia, conocimientos

y contexto cotidiano en la construcción de ambientes de aprendizaje. Del mismo modo, prevalece una percepción favorable en la configuración del vínculo ciencia-ciudadanía y que hace evidente la apuesta formativa por vincular el quehacer científico con el ejercicio ciudadano en la consideración de asuntos sociales y decisiones públicas. También, coinciden en la política pública de promover el interés por vincular las habilidades científicas en las actividades específicas del estudiante y procurar un diálogo entre disciplinas (enfoque interdisciplinar).

Sin embargo, para los docentes en Chile respecto al sentido de la educación científica, sobresale la finalidad propedéutica de la educación en ciencias, aspecto de constante debate en las reformas del currículo nacional chileno a partir del 2020, que incorpora la asignatura de ciencias para la ciudadanía en el ciclo terminal (3° y 4° medio), los planes de formación diferenciada (humanístico-científica, artística y técnico-profesional) y el reciente ajuste de la PSU (Prueba de Selección Universitaria) por la PTU (Prueba de Transición Universitaria), que se aplicará el año 2020.

Asimismo, respecto a la temporalidad asignada al desarrollo de habilidades científicas en el currículo escolar de la básica-media, ambos países presentan un debate pendiente en relación con los límites, por un lado, de la homogeneidad curricular y, por otro, de la autonomía normativa de todo proyecto educativo institucional al momento de promover y organizar las habilidades científicas. Situación que guarda relación con el poco desarrollo en la investigación educativa al respecto, quedando en 'vacío' al momento de construir una racionalidad que articule desarrollo del pensamiento científico a través de las habilidades con las etapas de desarrollo, ciclos y niveles de formación.

## Conclusiones

En relación al *ethos* de las habilidades científicas en el contexto de la educación en ciencias para la básica-media podría organizarse en tres dimensiones: a) artesanal, b) técnica, c) filosófica; y abordadas desde una dialéctica cíclica e interdependiente.

El *artesanal* referido al uso del cuerpo sistemático de conocimientos estructurados y acumulados que codifican los fenómenos naturales y sociales; el *técnico* comprendido como el hacer práctico y racional de la labor científica en virtud de un conflicto cognitivo y finalmente, la dimensión *filosófica* asociada a la reflexión sobre la estructura interna y sentido de la investigación científica en la perspectiva de satisfacer las necesidades de la existencia humana y la organización social.

En dicho contexto, el rol que podrían ocupar las habilidades científicas en la escuela debe superar la lectura instrumental que regularmente se hace en el trabajo de aula, un sesgo epistemológico que puede llegar incluso a 'vaciar' de sentido el quehacer científico separándolo de un contexto, una pregunta, una necesidad. Siempre que se construya un objetivo o resultado de aprendizaje a partir de una habilidad científica debe hacerse en un contexto de provocación, curiosidad, problematización y contextualización; pues la ciencia no comienza por los ojos ni los manuscritos 'dogmáticos' sino por las ideas que buscan organizar nuestro mundo y, por ende, nuestra sobrevivencia.

Por otro lado, la postura epistemológica (positivista, interpretativa o constructivista) que oriente al profesor en la organización 'jerárquica' de las habilidades científicas en el aula de clase, determinará inexorablemente el ambiente o entor-

no de aprendizaje al momento de reconstruir el quehacer científico; por ejemplo, iniciar con la observación de un fenómeno como la evaporación en condiciones controladas de laboratorio contrasta en términos didácticos y pedagógicos si abordamos la misma habilidad desde la exploración de un hecho tangible de su contexto.

La comprensión de las habilidades científicas desde la separación ciencias y ciencia escolar, supone confrontar una visión absolutista, aporética y ahistórica de la ciencia, acogiendo su condición de construcción social, provisionalidad, diversidad de métodos y poder predictivo.

Ciertamente, aunque aislados geográficamente los profesores de Bogotá y Antofagasta comparten retos o desafíos al momento de enseñar las habilidades científicas en el contexto del pensamiento científico. Asunto que en gran medida está dado por las tensiones en relación con el proceso de estandarización en la enseñanza de la Ciencias Naturales de Chile y Colombia, lo que propicia discusiones entre posturas profesionales y experiencias escolares.

En último lugar, la comprensión de las habilidades científicas desde la mirada curricular, clasificatoria, sentido formativo, metodológico, evaluativo podrían contribuir a la formación continua en los docentes, ofreciendo una praxis que confronte epistemológica, ontológica y políticamente los conocimientos, implementación de metodologías de enseñanza de las ciencias e instrumentos de evaluación pertinentes al desarrollo de habilidades y actitudes científicas, con el objeto de enriquecer su ejercicio docente.

## Referencias

- Acevedo, J., Vázquez, A. y Manassero, A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(2), 8-11.
- Adúriz, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: la epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Fondo de cultura económica.
- Bachelard G. (2000). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI.
- Chona G., Arteta, J., Martínez, S. Ibáñez, X. Pedraza, M. y Fonseca, G. (2004). *Informe final investigación competencias científicas y formación en valores. Un estudio desde el pensamiento de profesores de ciencias experimentales*. Universidad Pedagógica Nacional CIUP.
- Cobo, C., Romero, M. y Abril, A. (2020). Investigación reflexiva e historia de la ciencia para construir una visión adecuada sobre la naturaleza de la ciencia en formación inicial de profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 48, 13-31. <https://doi.org/10.17227/ted.num48-10934>
- Correa, S., Reséndiz, E. y Vega, A. (2014). La adquisición de habilidades científicas en niños de segundo grado de primaria a través del programa de enseñanza vivencial de las ciencias. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, 24(1), 25-50.
- DeBoer, G. (1991). *A History of Ideas in Science Education*. Teachers College Press.

- Di Mauro, M., Furman M. y Bravo, B. (2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 10(2), 1-11.
- Díaz-Barriga, A. (2006). El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles educativos*, 28(111), 7-31.
- Driver, R., Larch, J., Millar, R. y Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Open University Press.
- Escobar, J. y Cuervo, A. (2008) Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27-36.
- Fernández, I., Pires, D. y Villamañán, R. (2014). Educación Científica con enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente. Construcción de un Instrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. *Formación Universitaria*, 7(5), 23-31. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062014000500004>
- Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica*. Colihue.
- Fowler, B. (2002). *La taxonomía de Bloom y el pensamiento crítico*. Eduteka. <http://goo.gl/S76dFe>
- Jiménez A. (2002). Presentación de las monografías: ciencia y cultura, cultura y evolución. *Alambique*, 32, 89-98.
- López, L. (2001). *El desarrollo de las habilidades de investigación en la formación inicial del profesorado de química*. [Tesis doctorado no publicada]. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.
- Macedo, B. (2016). *Educación científica. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Unesco Montevideo.
- Massi, L. y Linhares-Queiroz, S. (2019). Aspectos de la naturaleza de la ciencia presentes en el discurso científico: investigando los efectos del sentido del lenguaje científico. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (46), 101-121. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-8185>
- Meinardi, E., Galli, L. Chion, A. y Plaza, M. (2010) *Educación en ciencias*. Paidós.
- Ministerio de Educación Nacional de la República de Chile. (2015). Bases Curriculares de Ciencia Naturales. Unidad de Currículo y Evaluación.
- Ministerio de Educación Nacional de la República de Colombia. (1998). Lineamientos curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Guía No.7*. MEN
- Ministerio de Educación, República de Chile. (2019). *Bases Curriculares de tercer y cuarto medio. Unidad de Currículo y Evaluación*.

- Páramo, P. y Otálvaro, G. (2006). Investigación Alternativa: por una distinción entre posturas epistemológicas y no entre métodos. *Cinta de Moebio*, 25, 1-7.
- Pérez, C. y López, L. (1999). Las habilidades e invariantes investigativas en la formación del profesorado. Una propuesta metodológica para su estudio. *Pedagogía Universitaria*, 4(2), 13-44.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Editorial Díada.
- Reyes-González, D. y García-Cartagena, Y. (2014). Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. *Educ. Educ.* 17(2), 271-285. <http://dx.doi.org/10.5294/edu.2014.17.2.4>
- Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa* (2a). Aljibe.
- Ruiz, F. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60.
- Siso, Z. y Cuéllar, L. (2017). Relaciones entre las concepciones de naturaleza de la ciencia y tecnología y de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de profesores de Química en ejercicio. Una primera aproximación al esquema conceptual del profesor. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 41, 17-36. <https://doi.org/10.17227/01203916.6030>
- Traver, J. (2005). *Trabajo cooperativo y aprendizaje solidario: Aplicación de la técnica puzzle de Aronson para la enseñanza y el aprendizaje de la actitud de solidaridad*. [Colección CD Magna, No. 5]. UJI-Editorial Universitaria.
- Vásquez-Orjuela, D. (2015). Políticas de inclusión educativa: una comparación entre Colombia y Chile. *Educ. Educ.* 18(1), 45-61. <https://doi.org/10.5294/edu.2015.18.1.3>

### Forma de citar este artículo:

- Vargas, C. y Morales, T. (2021). Análisis de habilidades científicas en la enseñanza de las ciencias: caso comparativo entre profesores de Chile y Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (50), 57-76. <https://doi.org/10.17227/ted.num50-11129>.