CASA EDITORA DEL POLO

Enseñar para Transformar

Fundamentos, enfoques y prácticas didácticas en

Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales



ENSEÑAR PARA TRANSFORMAR: FUNDAMENTOS, ENFOQUES Y PRÁCTICAS DIDÁCTICAS EN MATEMÁTICA, CIENCIAS NATURALES Y CIENCIAS SOCIALES

Germán Fernando Martínez Armendariz

CASA EDITORA DEL POLO

© Autor

Germán Fernando Martínez Armendariz
Universidad Politécnica Estatal del Carchi
https://orcid.org/0000-0002-2937-1281

RESEÑA DEL AUTOR

Ingeniero por la Universidad Central del Ecuador y licenciado en Ciencias de la Educación. Posee tres maestrías: en Ingeniería Matemática y Computación, en Docencia Universitaria y en Educación, mención Enseñanza de la Matemática. Actualmente cursa el Doctorado en Educación en la Universidad de Buenos Aires, Argentina, con una línea de investigación orientada hacia la enseñanza de la Matemática.

Cuenta con experiencia docente en Educación Básica, Bachillerato y Educación Superior. Ha trabajado en programas del Ministerio de Educación, particularmente en Educación Básica y Posalfabetización, así como en la formación de futuros docentes universitarios. Su trayectoria integra la enseñanza de la Matemática, la didáctica y el conocimiento de diferentes contextos educativos.

Ha participado en proyectos de investigación, publicaciones científicas y eventos académicos

CASA EDITORA DEL POLO

relacionados con la educación y las estrategias de enseñanza. Sus intereses se centran en la investigación educativa, la formación docente y el mejoramiento de las prácticas de enseñanza.

Casa Editora del Polo - CASEDELPO CIA. LTDA.
Departamento de Edición

Editado y distribuido por:

Editorial: Casa Editora del Polo
Sello Editorial: 978-9942-816
Manta, Manabí, Ecuador. 2019
Teléfono: (05) 6051775 / 0991871420
Web: www.casadelpo.com
ISBN: 978-9942-684-69-1
DOI: https://doi.org/10.23857/978-9942-684-69-1

© Primera edición
© Octubre - 2026
Impreso en Ecuador

Revisión, Ortografía y Redacción:
Lic. Jessica Mero Vélez

Diseño de Portada:
Michael Josué Suárez-Espinar

Diagramación:
Ing. Edwin Alejandro Delgado-Veliz

Director Editorial:
Dra. Tibisay Milene Lamus-García

Todos los libros publicados por la Casa Editora del Polo, son sometidos previamente a un proceso de evaluación realizado por árbitros calificados. Este es un libro digital y físico, destinado únicamente al uso personal y colectivo en trabajos académicos de investigación, docencia y difusión del Conocimiento, donde se debe brindar crédito de manera adecuada a los autores.

© Reservados todos los derechos. Queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento.parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento.

Constancia de Arbitraje

La Casa Editora del Polo, hace constar que este libro proviene de una investigación realizada por los autores, siendo sometido a un arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review), de contenido y forma por jurados especialistas. Además, se realizó una revisión del enfoque, paradigma y método investigativo; desde la matriz epistémica asumida por los autores, aplicándose las normas APA, Sexta Edición, proceso de anti plagio en línea Plagiarisma, garantizándose así la cientificidad de la obra.

Comité Editorial

Abg. Néstor D. Suárez-Montes
Casa Editora del Polo (CASEDELPO)

Dra. Juana Cecilia-Ojeda
Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Dra. Maritza Berenguer-Gouarnaluses
Universidad Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba

Dr. Víctor Reinaldo Jama-Zambrano
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone

Contenido

PRÓLOGO.....19
AGRADECIMIENTOS.....23
INTRODUCCIÓN.....25

CAPÍTULO I
LA ENSEÑANZA COMO OBJETO DE ESTUDIO.....28

1.1. Aproximaciones conceptuales a la enseñanza.....30
1.2. Relaciones entre enseñanza y aprendizaje.....34
1.3. Conocimiento disciplinar y conocimiento pedagógico.....38
1.4. El conocimiento profesional docente.....41
1.5. La experiencia como construcción de saber profesional.....44
1.6. Transformaciones contemporáneas de la profesión docente.....49

CAPÍTULO II
APRENDIZAJE, COGNICIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENT.....56

2.1. Perspectivas teóricas sobre el aprendizaje.....58

2.2 Desarrollo cognitivo y aprendizaje escolar.....61
2.3. Conocimientos previos y construcción conceptual.....64
2.4 .Atención, memoria y funciones ejecutivas.....70
2.5. Motivación y aprendizaje.....73
2.6. El error, el conflicto cognitivo y el cambio conceptual.....77
2.7. Neurociencia y educación: aportes, posibilidades y límites.....80

CAPÍTULO III
DIDÁCTICA Y TRANSFORMACIÓN DE LAS PRÁCTICAS EDUCATIVAS 85

3.1. La didáctica: evolución y debates contemporáneos.....87
3.2. Didáctica general y didácticas específicas.....90
3.3. De los modelos transmisivos a las perspectivas contemporáneas.....93
3.5 Resolución de problemas e indagación....98
3.6. Aprendizaje colaborativo y construcción social del conocimiento.....102
3.7. Aprendizaje colaborativo y construcción social del conocimiento.....104

3.8. Investigación y evidencia sobre las prácticas de enseñanza.....108

CAPÍTULO IV
ENSEÑAR MATEMÁTICA: RAZONAMIENTO, REPRESENTACIÓN Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....113

4.1. Naturaleza del conocimiento matemático.....115
4.2. Perspectivas contemporáneas de la educación matemática.....118
4.3. Construcción y desarrollo del pensamiento matemático.....120
4.4. Razonamiento y resolución de problemas.....123
4.5. Representaciones y comprensión matemática.....125
4.6. Pensamiento numérico.....127
4.7. Pensamiento algebraico.....130
4.8. Pensamiento geométrico y espacial.....134
4.9. Pensamiento estadístico y probabilístico.....137
4.10. Errores, obstáculos y dificultades en el aprendizaje matemático.....141
4.11. Tecnología y educación matemática...143
4.12. Continuidades y profundización de la Matemática hacia el Bachillerato.....146

4.13. Tendencias contemporáneas de investigación en educación matemática.....148

CAPÍTULO V
ENSEÑAR CIENCIAS NATURALES: INDAGACIÓN, EVIDENCIA Y COMPRENSIÓN DEL MUNDO NATURAL.....52

5.1. Naturaleza del conocimiento científico..154
5.2. Ciencias Naturales y alfabetización científica.....158
5.3. Pensamiento científico y construcción del conocimiento.....161
5.4 Observación, experimentación e indagación.....164
5.5. Evidencia, explicación, argumentación y modelización científica.....166
5.6. Enseñanza y comprensión de los fenómenos naturales.....170
5.7. Materia, energía y transformaciones.....172
5.8. Vida, organismos y biodiversidad.....174
5.9. Tierra, ambiente y sostenibilidad.....177
5.10. Concepciones alternativas y cambio conceptual.....180
5.11. Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.....182

5.12. De las ciencias naturales a la profundización disciplinar en bachillerato.....185
5.13. Tendencias contemporáneas en educación científica.....187

CAPÍTULO VI
ENSEÑAR CIENCIAS SOCIALES: COMPRENDER LA SOCIEDAD, EL TIEMPO Y EL TERRITORIO.....192

6.1. Naturaleza del conocimiento social.....194
6.2. Finalidades educativas de las Ciencias Sociales.....197
6.3. Pensamiento histórico y comprensión del pasado.....200
6.4. Conciencia histórica y temporalidad.....203
6.5. Pensamiento geográfico, espacio y territorio.....205
6.6. Identidad, cultura y memoria.....208
6.7. Ciudadanía, convivencia y participación social.....210
6.8. Fuentes, evidencias e interpretación histórica y social.....213
6.9. Pensamiento crítico y problemas socialmente relevantes.....215
6.10. Historia, Geografía y Estudios Sociales en la formación escolar.....217

6.11. Continuidades y profundización de las Ciencias Sociales hacia el Bachillerato.....219
6.12. Tendencias contemporáneas en la enseñanza de las Ciencias Sociales.....221

CAPÍTULO VII
INTERDISCIPLINARIEDAD Y CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO.....226

7.1. Disciplina y organización del conocimiento.....227
7.2. Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad.....231
7.3. Fundamentos epistemológicos de la interdisciplinariedad 234
7.4. La fragmentación del conocimiento escolar.....237
7.5. Problemas complejos como espacios de integración disciplinar.....239
7.7. Análisis interdisciplinario de problemas contemporáneos.....244
7.8. Agua y sociedad: medición, naturaleza y realidad social.....245
7.9. Cambio climático: datos, evidencia científica y transformación social.....248
7.10. Biodiversidad, territorio y sociedad.....250
7.11. Población, movilidad humana y territorio.....253

7.12. Posibilidades, tensiones y límites de la interdisciplinariedad.....255

CAPÍTULO VIII
EXPERIENCIA, TRAYECTORIA Y TRANSFORMACIÓN DE LA PROFESIÓN DOCENTE.....261

8.1. Experiencia y conocimiento profesional.....263
8.2. La trayectoria docente como construcción de saberes.....266
8.3. Aprender a enseñar a través del tiempo.....269
8.4. Transformaciones observadas en los estudiantes.....272
8.5. La escuela y la profesión docente en transformación.....275
8.6. Cambios curriculares, disciplinares y metodológicos.....278
8.7. Continuidades y rupturas entre generaciones docentes.....280
8.8. Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales: tres trayectorias, una profesión.....283
8.9. La dimensión ética de enseñar.....285
8.10. El docente como profesional reflexivo e intelectual.....287

8.11. Enseñar entre generaciones.....289
8.12. Experiencia, conocimiento y transformación educativa.....291

CAPÍTULO IX
TECNOLOGÍA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA.....296

9.1. Transformación digital de la educación.....298
9.2. Tecnología y conocimiento disciplinar....301
9.3. Tecnología en Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.....303
9.4. Inteligencia artificial generativa y educación.....307
9.5. Nuevas formas de producción y acceso al conocimiento.....310
9.6. Inteligencia artificial, autoría y conocimiento.....312
9.7. Riesgos epistemológicos y desafíos éticos.....314
9.8. Evaluación y aprendizaje ante la inteligencia artificial.....317
9.9. Alfabetización digital y pensamiento crítico.....319
9.10. El conocimiento profesional docente frente a la inteligencia artificial.....322

Referencia Bibliográfica.....327

Contenido Figura

Figura 1: La experiencia como construcción de saber profesional.....49
Figura 2: Transformaciones contemporáneas de la profesión docente.....55
Figura 3: Construcción del conocimiento.....58
Figura 4: Conocimientos previos y construcción conceptual.....68
Figura 5: Conflicto cognitivo y el cambio conceptual.....78
Figura 6: Neurociencia y educación.....82
Figura 7: Didacticas y transformacion educativas.....89
Figura 8: Resolución de problemas e indagacións.....99
Figura 9: Conocimiento matemático.....117
Figura 10: Perspectivas contemporáneas.....120
Figura 11: Pensamiento algebraico.....131
Figura 12: Errores, obstáculos y dificultades en el aprendizaje matemático.....142
Figura 13: Naturaleza del conocimiento científico.....155
Figura 14: Tierra, ambiente y sostenibilidad...178
Figura 15: Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.....183

Figura 16: Finalidades educativas de las Ciencias Sociales.....198
Figura 17: Ciudadanía, convivencia y participación social.....211

Figura 18: Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad.....232

Contenido Tabla

Tabla 1: Conocimientos previos para resolver tareas o necesidades académicas....68
Tabla 2: Efectividad de las técnicas utilizadas para indagar conocimientos 69
Tabla 3: Atención, memoria y funciones ejecutivas.....70
Tabla 4: Motivación y aprendizaje.....75
Tabla 5: Colaborativo y construcción social..105

PRÓLOGO

La enseñanza ha ocupado un lugar fundamental en el desarrollo de las sociedades y en la formación de las personas. A través de ella se transmiten conocimientos, se construyen nuevas formas de comprender la realidad y se generan oportunidades para el desarrollo individual y colectivo. Sin embargo, enseñar no consiste únicamente en conocer una disciplina y explicar sus contenidos. Requiere comprender cómo aprenden los estudiantes, reconocer las particularidades de cada contexto educativo y reflexionar constantemente sobre las decisiones que se toman dentro y fuera del aula.

El libro Enseñar para transformar: fundamentos, enfoques y prácticas didácticas en Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales nace del interés por profundizar en el estudio de la enseñanza desde sus fundamentos teóricos y su relación con la práctica docente. Su elaboración responde a la necesidad de reunir conocimientos, investigaciones y experiencias que permitan examinar los desafíos de enseñar en diferentes áreas del conocimiento, sin perder de vista las condiciones en las que se desarrolla la educación.

La Matemática, las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales poseen características propias que influyen en la manera de organizar y desarrollar sus procesos de enseñanza. Mientras la Matemática favorece el razonamiento lógico, la abstracción y la resolución

de problemas, las Ciencias Naturales permiten comprender los fenómenos del entorno mediante la observación, la experimentación y la explicación científica. Las Ciencias Sociales, por su parte, contribuyen a interpretar los procesos históricos, las relaciones humanas y las transformaciones de la sociedad. Estas diferencias hacen necesario estudiar las particularidades didácticas de cada disciplina, reconociendo los fundamentos pedagógicos que comparten.

La obra inicia con el estudio de la enseñanza como objeto de conocimiento, las principales perspectivas sobre el aprendizaje y los fundamentos de la didáctica. A partir de estas bases se abordan las características de la enseñanza en los tres campos disciplinares, estableciendo relaciones entre los aportes de la investigación educativa y las situaciones que se presentan en la práctica docente. Este recorrido busca ofrecer una comprensión amplia de los procesos educativos, considerando tanto sus fundamentos científicos como las decisiones pedagógicas que intervienen en ellos.

La experiencia profesional constituye otro elemento importante en el desarrollo del libro. El ejercicio de la docencia permite reconocer dificultades, identificar necesidades educativas y comprender que las estrategias de enseñanza no producen los mismos resultados en todos los estudiantes ni en todos los

contextos. Estas experiencias adquieren mayor valor cuando se analizan críticamente y se relacionan con los conocimientos construidos mediante la investigación. Desde esta perspectiva, la práctica docente representa una oportunidad permanente para aprender, cuestionar y mejorar la enseñanza.

Las transformaciones educativas de las últimas décadas plantean nuevos desafíos para quienes ejercen la docencia. La diversidad de los estudiantes, los cambios curriculares, la incorporación de tecnologías y las nuevas formas de acceder a la información exigen revisar continuamente los conocimientos y las prácticas profesionales. Frente a estas condiciones, resulta necesario fortalecer una enseñanza sustentada en fundamentos científicos, capaz de responder a las necesidades de los estudiantes y a las características de los diferentes escenarios educativos.

Este libro está dirigido a docentes, estudiantes universitarios, investigadores y profesionales interesados en el estudio de la enseñanza. Su intención no es establecer un modelo único de actuación pedagógica, sino proporcionar fundamentos y elementos de análisis que contribuyan a comprender las particularidades de cada disciplina y a reflexionar sobre las posibilidades de mejorar las prácticas educativas.

Enseñar para transformar supone reconocer que

la educación es un proceso en permanente construcción. Cada experiencia, cada dificultad y cada reflexión sobre la práctica representan oportunidades para revisar aquello que se conoce y reconsiderar la manera de enseñar. Con esta convicción se presenta la obra, esperando que sus contenidos contribuyan al estudio, la discusión académica y el fortalecimiento de una profesión cuya importancia trasciende los espacios del aula.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este libro ha sido un proceso de estudio, reflexión y recuperación de experiencias relacionadas con la enseñanza de la Matemática, las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales. Durante su desarrollo he contado con el apoyo de personas que, desde sus conocimientos y trayectorias profesionales, han contribuido a enriquecer las reflexiones presentadas en esta obra.

Expreso mi especial agradecimiento a la **Lic. Cruz María Armendáriz Guerrero**, por su valioso apoyo en el desarrollo del capítulo quinto, dedicado a la enseñanza de las Ciencias Naturales. Sus conocimientos y experiencia docente constituyeron un aporte importante para comprender las particularidades de esta disciplina y reflexionar sobre su enseñanza en los diferentes contextos educativos.

De igual manera, agradezco al **Lic. Edgar Fernando Martínez Moncayo,** por su colaboración en el capítulo sexto, correspondiente a la enseñanza de las Ciencias Sociales. Su experiencia profesional y sus conocimientos contribuyeron a enriquecer el tratamiento de esta área, particularmente en lo relacionado con la importancia de la historia, la geografía y la comprensión de los procesos sociales en la formación de los estudiantes.

Mi reconocimiento se extiende a los docentes, estudiantes y profesionales con quienes he compartido diferentes experiencias académicas

y educativas. Cada espacio de enseñanza ha representado una oportunidad para ampliar mis conocimientos, reconocer nuevas perspectivas y comprender con mayor profundidad la responsabilidad que implica ejercer la docencia.

Agradezco especialmente a mi familia por su apoyo, comprensión y acompañamiento durante el proceso de elaboración de este libro. Su presencia ha sido fundamental para mantener la dedicación y el compromiso necesarios para llevar adelante este trabajo.

Finalmente, deseo expresar que esta publicación representa parte de un camino de formación y aprendizaje que continúa construyéndose mediante el estudio, la investigación y la experiencia profesional. Espero que sus contenidos constituyan un aporte para quienes comparten el interés por comprender y mejorar la enseñanza.

INTRODUCCIÓN

En el panorama educativo actual, la enseñanza de las disciplinas fundamentales matemáticas, ciencias naturales y ciencias sociales se enfrenta al desafío constante de superar los modelos metodológicos tradicionales basados en la transmisión pasiva de contenidos. Ante la complejidad socioambiental, la rápida evolución tecnológica y la demanda de habilidades de pensamiento de orden superior, la educación requiere modelos pedagógicos renovados que prioricen la comprensión conceptual, la indagación y la aplicación práctica del conocimiento (Ausubel, 2022). En este contexto, la integración de metodologías activas y enfoques de enseñanza contextualizados surge como una necesidad urgente para garantizar un aprendizaje transformador y duradero.

A pesar de los importantes avances teóricos en el campo de la didáctica específica, persiste una brecha desmedido en la práctica docente entre los marcos metodológicos abstractos y su implementación efectiva en el aula. En matemáticas, la formación se ve a menudo obstaculizado por enfoques descontextualizados que priorizan la memorización de algoritmos frente a la resolución de problemas y el razonamiento lógico-deductivo. En las ciencias naturales, la enseñanza se centra con frecuencia en la acumulación de datos teóricos, en detrimento de la indagación científica, el pensamiento experimental y la conciencia

ambiental. Por su parte, las ciencias sociales suelen limitarse a la transmisión cronológica o descriptiva de hechos, descuidando el desarrollo del pensamiento histórico, el análisis reflexivo de la realidad social y el fomento de una ciudadanía crítica.

Para abordar esta cuestión, la investigación educativa actual subraya la necesidad de integrar marcos conceptuales rigurosos con estrategias prácticas adaptadas a la diversidad de los contextos escolares. La enseñanza orientada a la transformación no implica simplemente modificar las técnicas didácticas, sino redefinir los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan la práctica docente. Esto conlleva concebir la enseñanza de las matemáticas como una herramienta para la alfabetización cuantitativa y la modelización del entorno; las ciencias naturales, como un vehículo para comprender la naturaleza e interactuar con ella de manera sostenible; y las ciencias sociales, como un espacio para la construcción de la identidad, la empatía histórica y la participación democrática.

Sin embargo, la literatura científica pone de relieve la falta de enfoques integradores que aborden, de manera simultánea y sistemática, la sinergia pedagógica entre estas tres áreas del conocimiento, ofreciendo pautas de intervención concretas basadas en evidencia empírica. La mayoría de los estudios analizan enfoques de enseñanza específicos

de forma aislada, pasando por alto las conexiones interdisciplinarias y los principios pedagógicos transversales que favorecen una transformación pedagógica sistémica.

Ante esta carencia, el presente estudio tiene como objetivo analizar los fundamentos teóricos, los enfoques metodológicos y las prácticas docentes que promueven procesos de enseñanza-aprendizaje significativos y transformadores en las áreas de matemáticas, ciencias naturales y ciencias sociales. Mediante una revisión analítico-crítica / un estudio empírico (ajustar según corresponda al tipo de investigación), este trabajo examina las estrategias más eficaces para cerrar la brecha entre la teoría didáctica y la práctica pedagógica, proporcionando un marco interpretativo y operativo orientado a fortalecer el papel del docente en el sistema educativo actual.

CAPÍTULO I

LA ENSEÑANZA COMO OBJETO DE ESTUDIO



La educación es un fenómeno que nos afecta a todos desde el momento en que nacemos. Los cuidados maternos tempranos, las interacciones sociales en el seno de la familia o con grupos de amigos, la asistencia a la escuela, entre otros, constituyen experiencias educativas junto con muchas otras que moldean nuestra forma de ser de maneras específicas. Por esta razón, el tema de la educación nos resulta tan familiar. En ocasiones, las personas llegan a creer que comprenden la educación y no dudan en expresar sus opiniones sobre cuestiones relacionadas, basándose en sus propias vivencias como estudiantes. Sin embargo, si vamos más allá de estas perspectivas intuitivas sobre el fenómeno educativo y profundizamos en su verdadero significado, nos daremos cuenta de su gran complejidad. Eso es precisamente lo que haremos en este capítulo: estudiar el concepto de educación mediante el análisis de sus características definitorias, para así comprender su verdadero alcance y sentido (García, 2023).

La educación es un fenómeno que todos conocemos y hemos experimentado, ya que es inherente al desarrollo humano; de hecho, sin ella, no podríamos hablar de seres humanos. Por estas razones, el término «educación» se emplea con frecuencia para dar sentido a diversos acontecimientos cotidianos relacionados con el ámbito educativo. Sin embargo, como se ha señalado, ni su uso ni el conjunto de

conceptos asociados a él tales como enseñanza, aprendizaje, condicionamiento, adoctrinamiento, etc. poseen precisión terminológica, debido a la diversidad de aspectos que conforman el fenómeno educativo. En consecuencia, la forma en que se utiliza el término para referirse a sus distintas dimensiones revela cierta dificultad a la hora de definir con exactitud su significado y su riqueza de connotaciones (Sarramona, 2022).

1.1. Aproximaciones conceptuales a la enseñanza

La enseñanza constituye una práctica social y profesional orientada intencionalmente hacia determinados propósitos educativos. Aunque tradicionalmente ha sido asociada con la transmisión de conocimientos, esta interpretación resulta insuficiente para explicar las decisiones que intervienen en el trabajo docente. Enseñar supone seleccionar y organizar contenidos, establecer formas de representación, interpretar las características de los estudiantes y actuar dentro de condiciones institucionales y sociales determinadas. En consecuencia, la enseñanza puede comprenderse como una actividad intencional y situada en la que convergen conocimiento, interacción y decisión profesional (Nóvoa, 2022).

Las concepciones sobre la enseñanza se han transformado paralelamente a las formas de

comprender el conocimiento y la educación. Los modelos centrados predominantemente en la transmisión atribuyeron al profesor la función principal de comunicar conocimientos organizados, mientras que perspectivas posteriores otorgaron mayor importancia a la experiencia y a la participación intelectual del estudiante. Dewey, por ejemplo, vinculó educación y experiencia, señalando que el valor educativo de esta última depende de las posibilidades de continuidad y reconstrucción que genera. Desde otra perspectiva, Vygotsky destacó el carácter social y cultural del desarrollo y la importancia de la mediación en los procesos educativos (Andrews, 2022).

Estos aportes contribuyeron a cuestionar la representación de la enseñanza como transferencia directa de información. Sin embargo, las perspectivas contemporáneas tampoco justifican una oposición simple entre una enseñanza centrada en el profesor y otra centrada en el estudiante. La participación activa del estudiante no elimina la relevancia de la intervención docente. La cuestión fundamental reside en comprender qué conocimientos y criterios permiten al profesor decidir qué enseñar, cómo representarlo y de qué manera intervenir frente a las diferentes formas en que los estudiantes interpretan un contenido (Nóvoa, 2022).

Esta transformación conceptual ha contribuido a considerar la enseñanza como una actividad sustentada en conocimiento especializado. Shulman mostró que la docencia implica algo más que conocer una disciplina o disponer de estrategias pedagógicas generales. Enseñar requiere transformar el conocimiento mediante explicaciones, representaciones y decisiones adaptadas a las posibilidades de comprensión de los estudiantes. Investigaciones posteriores continúan mostrando que las relaciones entre conocimiento disciplinar, conocimiento pedagógico y actuación docente constituyen dimensiones relevantes para comprender la enseñanza (Fukaya, 2025).

La enseñanza tampoco puede concebirse como la aplicación mecánica de principios derivados de la investigación. Las situaciones educativas presentan variabilidad e incertidumbre: cambian los estudiantes, los contextos, los recursos y las condiciones institucionales. El conocimiento científico proporciona fundamentos para interpretar estas situaciones, pero el profesor necesita movilizarlo mediante juicio profesional. destaca precisamente la especificidad de un conocimiento profesional docente construido en relación con la formación, la profesión y la experiencia (Nóvoa, 2022).

Las características de aquello que se enseña introducen, además, diferencias relevantes. Enseñar

Matemática implica trabajar con relaciones, estructuras, representaciones y formas particulares de razonamiento; las Ciencias Naturales requieren aproximarse a fenómenos mediante observación, evidencia, explicación y modelización; mientras que las Ciencias Sociales demandan interpretar temporalidades, territorios, fuentes y procesos humanos. La investigación sobre conocimiento para la enseñanza confirma que las características epistemológicas del contenido intervienen en las decisiones docentes y justifican la existencia de conocimientos específicos asociados con las disciplinas (Andrews, 2022).

Las transformaciones actuales amplían esta complejidad. La diversidad de los estudiantes, la expansión de tecnologías digitales, las nuevas formas de acceso al conocimiento y el desarrollo de inteligencia artificial modifican progresivamente las condiciones en las que se ejerce la profesión. Los estudios internacionales recientes sobre conocimiento docente reflejan esta ampliación al incorporar nuevas dimensiones relacionadas con diversidad, tecnología y adaptación de las prácticas de enseñanza.En esta obra, por tanto, la enseñanza será entendida como una práctica intencional, relacional, situada y profesional mediante la cual determinados conocimientos y formas de comprender el mundo son seleccionados, transformados y mediados con propósitos educativos.

Esta conceptualización proporciona un punto de partida común para analizar posteriormente la Matemática, las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales, reconociendo tanto aquello que comparten como las particularidades que introduce cada campo de conocimiento (Fukaya, 2025).

1.2. Relaciones entre enseñanza y aprendizaje

Enseñanza y aprendizaje constituyen procesos estrechamente relacionados, pero no equivalentes. Una acción de enseñanza no garantiza automáticamente el aprendizaje esperado, de la misma manera que numerosos aprendizajes pueden producirse fuera de situaciones formales de enseñanza. La enseñanza posee una intencionalidad educativa y organiza determinadas condiciones para aprender; el aprendizaje supone la actividad mediante la cual el sujeto incorpora, relaciona, reorganiza o transforma conocimientos. Entre ambos existe, por tanto, una relación de influencia y mediación, no una correspondencia mecánica (Brod, 2023).

Una de las razones que explica esta ausencia de correspondencia directa es que los estudiantes interpretan los nuevos conocimientos desde estructuras conceptuales previamente construidas. Diversos autores señalan que el conocimiento previo constituye un factor importante para el aprendizaje, pero sus efectos dependen de su

relevancia, activación y congruencia con la nueva información. Puede facilitar la comprensión cuando proporciona bases adecuadas, pero también puede obstaculizarla cuando contiene concepciones incompatibles con aquello que se pretende aprender (Fukaya, 2025).

Esta situación adquiere características particulares según el campo disciplinar. En Matemática, determinados conocimientos aritméticos pueden favorecer el desarrollo posterior del pensamiento algebraico, aunque algunas interpretaciones construidas inicialmente deban ser reorganizadas. En Ciencias Naturales, los estudiantes llegan al aula con explicaciones cotidianas acerca de los fenómenos naturales; y en Ciencias Sociales interpretan acontecimientos, territorios y relaciones sociales desde experiencias y representaciones construidas previamente. Comprender esas formas de pensamiento constituye una dimensión relevante del conocimiento necesario para enseñar (Andrews, 2022).

Reconocer la actividad intelectual del estudiante no significa disminuir la responsabilidad del profesor. La enseñanza puede proporcionar explicaciones, preguntas, representaciones, problemas, retroalimentación y experiencias que amplían las posibilidades de comprensión. En este sentido, resulta más adecuado concebirla como

organización de oportunidades para aprender que como producción directa del aprendizaje. La evidencia contemporánea sobre conocimiento docente muestra que los conocimientos profesionales pueden relacionarse con la calidad de la enseñanza y con determinados resultados estudiantiles, aunque estas relaciones presentan variabilidad y no deben interpretarse de manera determinista (Fukaya, 2025).

La naturaleza del conocimiento que se pretende aprender también condiciona estas oportunidades. Comprender una relación matemática, construir una explicación científica e interpretar una fuente histórica requieren formas diferentes de razonamiento y validación. Por ello, aunque existen procesos cognitivos y principios pedagógicos generales, la enseñanza debe considerar también las características epistemológicas de cada disciplina. La literatura contemporánea sobre conocimiento para la enseñanza destaca precisamente la necesidad de relacionar contenido, pensamiento estudiantil y decisiones pedagógicas (Andrews, 2022).

A estas diferencias se suman las condiciones contextuales. Los procesos de enseñanza y aprendizaje ocurren dentro de instituciones y realidades sociales específicas en las que intervienen recursos, tiempo, características de los estudiantes,

oportunidades educativas y condiciones profesionales. Los resultados internacionales sobre conocimiento docente muestran variaciones tanto entre países como dentro de ellos y relacionan el desarrollo profesional con factores formativos e institucionales, lo que confirma que los resultados educativos no pueden atribuirse exclusivamente a una única variable (Brod, 2023).

Por ello, la relación entre enseñanza y aprendizaje puede caracterizarse como intencional, mediada, situada y no determinista. Es intencional porque la enseñanza se orienta hacia determinados propósitos; mediada porque intervienen lenguajes, representaciones e interacciones; situada porque ocurre en contextos particulares; y no determinista porque ninguna intervención garantiza por sí sola un resultado específico. Esta concepción reconoce simultáneamente la actividad intelectual del estudiante y la responsabilidad profesional del profesor (Andrews, 2022).

Comprender esta relación conduce a una cuestión fundamental: si aquello que el profesor conoce no se transfiere directamente al estudiante, entonces enseñar requiere alguna forma de transformación del conocimiento. Esta cuestión permite analizar la relación entre conocimiento disciplinar y conocimiento pedagógico (Fukaya, 2025).

1.3. Conocimiento disciplinar y conocimiento pedagógico

El conocimiento disciplinar constituye una condición indispensable para la enseñanza. El profesor necesita comprender los conceptos, relaciones, estructuras, métodos y formas de validación propios del campo que enseña. Este dominio influye en la calidad de las explicaciones, en la selección de ejemplos, en la formulación de preguntas y en la capacidad para interpretar respuestas y errores de los estudiantes. Sin embargo, disponer de un conocimiento disciplinar sólido no garantiza automáticamente la capacidad de enseñarlo (Kulgemeyer, 2021).

Esta distinción constituye uno de los aportes fundamentales de Shulman, quien propuso el concepto de pedagogical content knowledge para describir el conocimiento que surge en la relación entre contenido y pedagogía. Desde esta perspectiva, enseñar requiere comprender no solamente qué constituye un conocimiento válido dentro de una disciplina, sino también qué representaciones pueden favorecer su comprensión, qué dificultades suelen experimentar los estudiantes y qué formas de intervención resultan pertinentes (Neira,2024).

La investigación contemporánea continúa respaldando la relevancia de esta relación, mediante una revisión sistemática y metaanálisis de

investigaciones sobre profesores de Matemática y Ciencias, encontraron asociaciones entre PCK, conocimiento disciplinar y variables vinculadas con la enseñanza y el rendimiento estudiantil. De manera semejante, en una revisión sistemática sobre profesores de ciencias, identificaron el desarrollo del PCK como un componente importante de los procesos de formación y desarrollo profesional (Kulgemeyer, 2021).

La relación entre ambos conocimientos no debe interpretarse como una suma mecánica. El profesor no utiliza primero conocimiento disciplinar y posteriormente añade una estrategia pedagógica. En una situación real ambos interactúan: interpretar por qué un estudiante comete determinado error exige comprender simultáneamente el contenido, las posibles formas de razonamiento estudiantil y las alternativas disponibles para intervenir. encontraron que el conocimiento profesional previo de futuros profesores de Física se relacionó con el desarrollo de sus habilidades para explicar durante experiencias prácticas (Neira,2024).

La experiencia de enseñar también puede contribuir al desarrollo de esta integración. En un estudio longitudinal con profesores principiantes de Matemática, encontraron que la experiencia de enseñar contenidos específicos contribuyó al crecimiento de componentes de su conocimiento

pedagógico del contenido. Sin embargo, este desarrollo estuvo relacionado también con la preparación matemática y profesional previa, lo que confirma que experiencia y formación deben comprenderse de manera complementaria (Kulgemeyer, 2021).

Las particularidades disciplinares hacen especialmente visible esta relación. Saber Matemática no equivale a saber cómo favorecer la comprensión de una estructura algebraica; conocer un fenómeno natural no garantiza identificar las concepciones alternativas mediante las cuales los estudiantes intentan explicarlo; y dominar conocimientos históricos o geográficos tampoco asegura saber desarrollar pensamiento histórico o territorial. La investigación sobre conocimiento para la enseñanza muestra que contenido, pensamiento estudiantil y estrategias pedagógicas mantienen relaciones específicas según la disciplina (Andrews et al., 2022).

Por ello, conocimiento disciplinar y conocimiento pedagógico son necesarios, pero ninguno resulta suficiente de manera aislada. Una formación docente centrada únicamente en metodologías corre el riesgo de debilitar la profundidad del contenido, mientras que una formación exclusivamente disciplinar puede desconocer los procesos mediante los cuales ese conocimiento se convierte en objeto

de enseñanza. La profesionalidad docente emerge de su articulación (Neira,2024).

1.4. El conocimiento profesional docente

El conocimiento profesional docente comprende el conjunto articulado de conocimientos que permiten interpretar situaciones educativas y tomar decisiones fundamentadas. Incluye conocimientos disciplinares, pedagógicos y didácticos, pero también conocimientos relacionados con currículo, evaluación, estudiantes, contextos y funcionamiento de las instituciones. No constituye un repertorio estático adquirido definitivamente durante la formación inicial, sino una estructura que continúa desarrollándose durante la trayectoria profesional (van Dijk, 2023).

Uno de los antecedentes fundamentales de esta concepción se encuentra, quien propuso una base de conocimientos para la enseñanza que incluía, además del contenido y del PCK, conocimiento pedagógico general, curricular, de los estudiantes, de los contextos y de las finalidades educativas. La investigación posterior ha desplazado progresivamente la atención desde la identificación de categorías hacia la manera en que estos conocimientos se integran y movilizan frente a problemas concretos de la práctica (Meneses., 2023).

Desde una perspectiva contemporánea, defiende la especificidad de un conocimiento profesional docente que no puede reducirse ni al conocimiento académico producido sobre la educación ni a aquello que cada profesor aprende individualmente mediante la experiencia. Lo caracteriza como un conocimiento vinculado con la profesión y destaca sus dimensiones contingente, colectiva y pública. Esta perspectiva permite entender que el saber docente adquiere significado profesional cuando puede ser utilizado para interpretar situaciones, compartido con otros y sometido a discusión y reflexión (Nóvoa, 2022).

Su carácter situado resulta particularmente importante. Las situaciones educativas no presentan siempre problemas estandarizados para los cuales exista una única respuesta correcta. El profesor necesita adaptar decisiones según los estudiantes, contenidos y condiciones particulares. Existen autores que, relacionan esta capacidad con el desarrollo de **adaptive expertise**: una forma de experiencia profesional que permite actuar eficazmente en situaciones conocidas y, simultáneamente, modificar las respuestas cuando aparecen circunstancias nuevas.(Meneses., 2023).

El conocimiento profesional posee también una dimensión colectiva. Schnellert y muestran que procesos de coplanificación, coenseñanza

e indagación colaborativa pueden generar oportunidades para revisar prácticas y construir nuevas comprensiones profesionales. De manera semejante, identifican la reflexión y el trabajo colaborativo como componentes frecuentes de los procesos orientados al desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido en profesores de ciencias (Kozak, 2023).

La experiencia constituye una fuente relevante para esta construcción, pero no debe confundirse con evidencia científica. Los años de enseñanza proporcionan oportunidades para reconocer dificultades, anticipar situaciones y desarrollar criterios profesionales; sin embargo, la repetición de una práctica no demuestra por sí misma su validez. La experiencia adquiere mayor valor profesional cuando es analizada, contrastada con otros conocimientos y sometida a reflexión (Nóvoa, 2022).

En consecuencia, puede sostenerse que la profesionalidad docente se configura mediante la articulación entre conocimiento científico, conocimiento disciplinar, conocimiento pedagógico, conocimiento didáctico y experiencia profesional reflexionada. Su valor no reside únicamente en la cantidad de conocimientos acumulados, sino en la capacidad para movilizarlos frente a situaciones educativas concretas y revisarlos cuando nuevas evidencias o circunstancias así lo requieren (

Meneses, 2023).

Esta concepción permite comprender el conocimiento profesional como especializado, integrado y dinámico. Especializado porque responde a problemas propios de la enseñanza; integrado porque relaciona diferentes formas de conocimiento; y dinámico porque continúa transformándose durante la trayectoria profesional. Una de las fuentes de esa transformación es precisamente la experiencia, cuya relación con la construcción de saber profesional requiere un análisis particular (Kozak, 2023).

1.5. La experiencia como construcción de saber profesional

La experiencia ocupa un lugar relevante en la profesión docente porque la enseñanza enfrenta al profesor de manera continua con situaciones que difícilmente pueden ser anticipadas en su totalidad durante la formación inicial. La interacción con diferentes generaciones de estudiantes, los cambios curriculares, las características de las instituciones y los problemas emergentes de la práctica proporcionan oportunidades para ampliar y reorganizar el conocimiento profesional. Sin embargo, experiencia y conocimiento no son conceptos equivalentes: acumular años de ejercicio no garantiza, por sí mismo, una comprensión progresivamente más profunda de la enseñanza (Copur-Gencturk & Li,

2023).

Esta distinción posee antecedentes importantes en la reflexión educativa. ya advertía que no toda experiencia posee necesariamente carácter educativo y que su valor depende de las posibilidades de continuidad y desarrollo que genera. En el ámbito específicamente profesional, destacó posteriormente la importancia de la reflexión frente a situaciones caracterizadas por incertidumbre y singularidad. Ambos aportes continúan siendo pertinentes para comprender que la experiencia profesional adquiere valor formativo cuando puede ser examinada y utilizada para revisar formas anteriores de interpretar y actuar (Schnellert, 2023).

La investigación contemporánea permite precisar esta relación. al estudiar longitudinalmente a profesores principiantes de Matemática, encontraron que la experiencia de enseñar determinados contenidos puede contribuir al desarrollo de componentes del conocimiento pedagógico del contenido. No obstante, ese crecimiento interactúa con la preparación disciplinar y profesional previa. La experiencia, por tanto, no sustituye la formación: ofrece situaciones en las que los conocimientos existentes pueden ponerse a prueba, reorganizarse y desarrollarse (Copur-Gencturk & Li, 2023).

La construcción de saber a partir de la experiencia requiere además procesos de reflexión. Cuando

un profesor identifica una dificultad recurrente, modifica una explicación o compara las respuestas obtenidas mediante diferentes decisiones, genera información potencialmente relevante para comprender su propia práctica. Sin embargo, convertir esas observaciones en conocimiento profesional exige superar la impresión inmediata y analizarlas mediante conceptos, evidencias y perspectivas que permitan interpretar por qué determinadas situaciones ocurrieron de cierta manera (Vargas-Neira, 2024).

La reflexión adquiere mayor profundidad cuando deja de ser exclusivamente individual. La investigación sobre desarrollo profesional ha mostrado la importancia de espacios de colaboración en los que los profesores pueden hacer visibles sus decisiones, contrastar interpretaciones y revisar conjuntamente problemas de enseñanza. muestran cómo la indagación colaborativa, la coplanificación y la reflexión compartida pueden generar nuevas comprensiones profesionales. En este sentido, la experiencia puede transformarse de vivencia individual en conocimiento susceptible de discusión dentro de una comunidad profesional (Copur-Gencturk & Li, 2023).

Esta consideración permite establecer una distinción epistemológica central para el presente compendio. La experiencia docente no constituye por sí misma

evidencia científica. Una situación observada en un aula puede proporcionar información relevante, originar preguntas o sugerir interpretaciones, pero no permite establecer automáticamente generalizaciones sobre la enseñanza. La investigación científica exige procedimientos sistemáticos de producción y análisis de evidencia, mientras que el conocimiento experiencial se construye desde la participación directa en situaciones profesionales. Ambos pueden dialogar, pero no deben confundirse (Vargas-Neira, 2024).

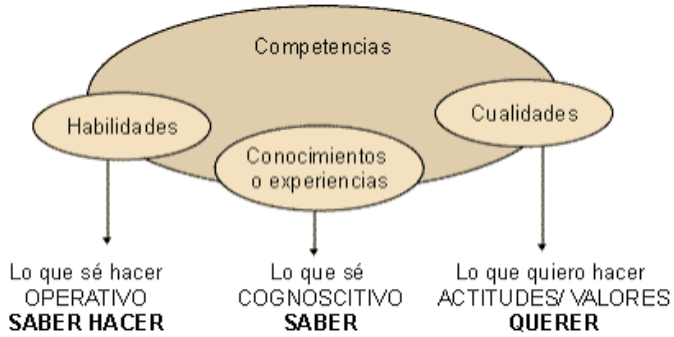
Por ello, las experiencias profesionales incorporadas a esta obra serán tratadas mediante una secuencia interpretativa: experiencia → reflexión → contraste con investigación → interpretación. Las trayectorias construidas desde la Matemática, las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales permitirán recuperar situaciones, transformaciones y problemas reconocidos durante el ejercicio docente, pero su análisis será confrontado con conocimiento científico y educativo disponible. El propósito no será demostrar principios generales mediante experiencias particulares, sino utilizar esas experiencias como puntos de entrada para comprender problemas más amplios de la profesión (Copur-Gencturk & Li, 2023).

Esta perspectiva permite valorar la experiencia sin idealizarla. Los profesores construyen conocimientos

relevantes durante su trayectoria, pero también pueden conservar prácticas por tradición, reproducir supuestos poco examinados o atribuir determinados resultados a causas que no han sido suficientemente analizadas. La reflexión profesional requiere, por ello, una disposición permanente para revisar aquello que la propia experiencia parece confirmar y confrontarlo con nuevas evidencias y perspectivas (Nóvoa, 2022).

El saber profesional construido desde la experiencia debe comprenderse, en consecuencia, como un conocimiento situado y revisable. Su importancia reside en permitir al profesor interpretar situaciones con mayor profundidad, anticipar posibles dificultades y desarrollar criterios de actuación, pero conserva siempre la posibilidad de ser modificado. Esta condición resulta especialmente importante en una profesión sometida a cambios sociales, científicos, curriculares y tecnológicos constantes (Copur-Gencturk & Li, 2023).

Figura 1: La experiencia como construcción de saber profesional.



Fuente: (Lameda, 2023)

1.6. Transformaciones contemporáneas de la profesión docente

La profesión docente se desarrolla actualmente en un escenario caracterizado por transformaciones sociales, culturales y tecnológicas que modifican tanto las condiciones de enseñanza como las expectativas depositadas sobre los sistemas educativos. La expansión del acceso a la información, la creciente diversidad de los estudiantes, las nuevas formas de comunicación y la transformación digital han ampliado los problemas que los profesores deben interpretar y las competencias profesionales necesarias para responder a ellos. Los informes internacionales recientes señalan que fortalecer la profesión docente constituye una condición fundamental para afrontar estos cambios y

garantizar sistemas educativos más equitativos y sostenibles (Vargas-Neira, 2024).

Uno de los cambios más visibles corresponde a la transformación del acceso al conocimiento. Durante buena parte de la historia de la escolarización, el profesor y los materiales impresos constituían fuentes privilegiadas de información académica. Actualmente, los estudiantes acceden de manera inmediata a una cantidad prácticamente ilimitada de contenidos mediante buscadores, plataformas digitales, redes sociales y sistemas de inteligencia artificial. Esta disponibilidad no disminuye necesariamente la relevancia de la enseñanza, pero modifica una de sus funciones: el desafío ya no consiste únicamente en proporcionar información, sino también en favorecer su selección, interpretación, evaluación crítica y articulación con formas rigurosas de conocimiento (Nóvoa, 2022).

La digitalización ha transformado igualmente los recursos mediante los cuales se representa y construye conocimiento. Simulaciones, entornos virtuales, herramientas de visualización, sistemas de análisis de datos y plataformas colaborativas amplían las posibilidades educativas, aunque su incorporación no garantiza por sí misma mejores aprendizajes. Su valor depende de las finalidades con las que se utilizan, de las características del contenido y del conocimiento profesional del profesor

para integrarlas de manera pertinente. Por ello, la competencia tecnológica debe comprenderse vinculada con decisiones pedagógicas y disciplinares, y no simplemente como dominio instrumental de aplicaciones (Vargas-Neira, 2024).

La aparición y rápida expansión de la inteligencia artificial generativa introduce desafíos adicionales. Estas tecnologías pueden producir textos, explicaciones, imágenes, códigos y respuestas a problemas en tiempos reducidos, lo que modifica prácticas tradicionalmente asociadas con búsqueda de información, elaboración de tareas y producción académica. Al mismo tiempo, generan interrogantes sobre confiabilidad, autoría, evaluación, sesgos y formación del pensamiento crítico. ; en este punto interesa señalar únicamente que su presencia confirma el carácter dinámico del conocimiento profesional requerido para enseñar en contextos contemporáneos (Nóvoa, 2022).

La diversidad constituye otra transformación relevante. Los sistemas educativos atienden poblaciones caracterizadas por diferentes trayectorias, condiciones sociales, culturas, lenguas, capacidades y oportunidades de aprendizaje. Esta heterogeneidad cuestiona modelos basados en un estudiante homogéneo y exige mayor capacidad profesional para interpretar diferencias y generar oportunidades educativas pertinentes. Los marcos

internacionales recientes incorporan explícitamente la diversidad como una de las dimensiones que deben considerarse al analizar los conocimientos y prácticas de los profesores contemporáneos (Vargas-Neira, 2024).

Estas transformaciones ocurren, además, en un contexto internacional marcado por dificultades para atraer y retener profesionales de la enseñanza. El Global Report on Teachers advierte que alcanzar la educación primaria y secundaria universal hacia 2030 requeriría aproximadamente 44 millones de docentes adicionales en el mundo y señala que la escasez no constituye solamente un problema cuantitativo, sino también una cuestión relacionada con condiciones laborales, formación, reconocimiento y capacidad de permanencia en la profesión (Nóvoa, 2022).

En consecuencia, transformar la educación no puede reducirse a introducir nuevas tecnologías o metodologías dentro del aula. Requiere también fortalecer las condiciones que permiten a los profesores desarrollar conocimiento, colaborar, participar en procesos formativos y ejercer juicio profesional. La OECD sostiene que la transformación de la profesión exige atender de manera integrada la atracción de docentes, su bienestar, su desarrollo profesional y su capacidad de actuación frente a las nuevas demandas educativas (Vargas-Neira,

2024).

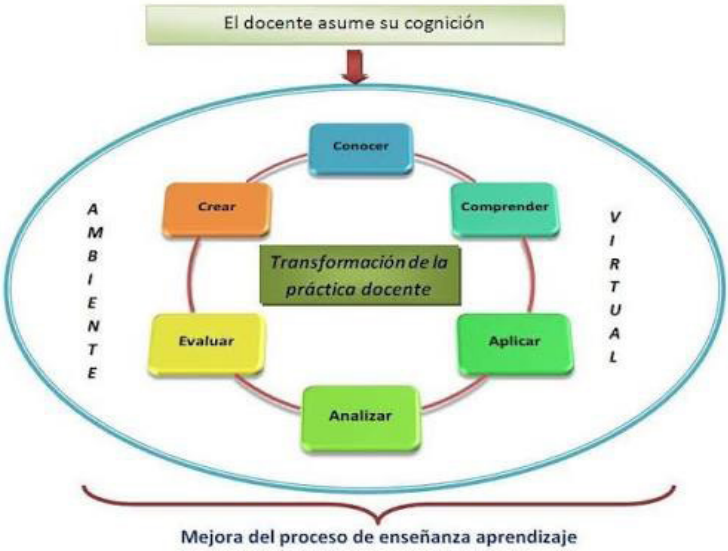
Las transformaciones contemporáneas tampoco afectan de manera idéntica a todas las disciplinas. En Matemática, la disponibilidad de software, calculadoras simbólicas e inteligencia artificial modifica la relación entre cálculo, representación y razonamiento. En Ciencias Naturales, las simulaciones, sensores y grandes conjuntos de datos amplían las posibilidades para observar y modelizar fenómenos. En Ciencias Sociales, los archivos digitales, sistemas de información geográfica y nuevas formas de producción y circulación de información transforman el acceso a fuentes y la interpretación de acontecimientos. Estos cambios no eliminan los conocimientos disciplinares tradicionales, pero obligan a reconsiderar qué significa comprenderlos y enseñarlos en las condiciones actuales (Nóvoa, 2022).

La profesión docente se encuentra así frente a una tensión permanente entre continuidad y transformación. Determinados fundamentos permanecen: la responsabilidad sobre el conocimiento, la relación educativa, el juicio profesional y la necesidad de comprender a quienes aprenden. Al mismo tiempo, cambian las herramientas, los escenarios, las demandas sociales y las formas de producir y acceder al conocimiento. Ser profesor en este contexto exige

conservar principios profesionales sólidos y mantener capacidad para aprender, revisar y transformar las propias prácticas (Vargas-Neira, 2024).

Esta tensión permite cerrar el recorrido conceptual del capítulo. Comprender la enseñanza como práctica profesional exige reconocer su relación no determinista con el aprendizaje, la articulación entre conocimiento disciplinar y pedagógico, la existencia de un conocimiento profesional especializado, el valor crítico de la experiencia y las transformaciones que modifican continuamente el ejercicio docente. Estos elementos proporcionan el marco desde el cual será posible analizar, en los capítulos siguientes, los procesos de aprendizaje, la didáctica y las particularidades de enseñar Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (Nóvoa, 2022).

Figura 2: Transformaciones contemporáneas de la profesión docente.



Fuente: (Lameda, 2023)

CAPÍTULO II

APRENDIZAJE, COGNICIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO



El aprendizaje cognitivo es el proceso mediante el cual la información atraviesa el sistema cognitivo del individuo, implicando funciones específicas relacionadas con el razonamiento, el procesamiento de información y la generación de respuestas inmediatas. El objetivo es analizar el papel impulsor de la autorregulación en la construcción del conocimiento, la cual se fundamenta en la dinámica de la relación triádica entre la neurociencia, el constructivismo y los propios procesos de aprendizaje cognitivo para generar una forma de pensar nueva y transformadora (Sosa,2022).

La relevancia del aprendizaje cognitivo para fomentar la agilidad se basa en la neurociencia y el constructivismo; no obstante, las carencias en el conocimiento estratégico de docentes y estudiantes sobre la aplicación del aprendizaje cognitivo y su relación con la enseñanza limitan la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se concluye que el aprendizaje cognitivo se promueve a través de estrategias pedagógicas que convergen en la construcción de un conocimiento multidisciplinario y transformador, tanto en los estudiantes como en los docentes (Crespo, 2021).

Figura 3: Construcción del conocimiento.



Fuente: (Urbina,2022)

2.1. Perspectivas teóricas sobre el aprendizaje

El aprendizaje constituye un proceso complejo mediante el cual las personas adquieren, reorganizan y transforman conocimientos, habilidades y formas de interpretar la realidad. Su estudio ha dado lugar a diferentes perspectivas teóricas que han enfatizado dimensiones particulares del proceso: algunas se han concentrado en las relaciones entre conducta y ambiente; otras, en la actividad cognitiva del sujeto, la construcción del conocimiento o la participación social y cultural. Estas aproximaciones no deben considerarse explicaciones mutuamente

excluyentes, sino contribuciones históricas y conceptuales que permiten comprender diferentes dimensiones del aprendizaje (Schunk, 2022).

Las perspectivas conductistas contribuyeron inicialmente a consolidar el estudio sistemático del aprendizaje mediante fenómenos observables. Entre otros autores, destacó la influencia de las consecuencias de la conducta y del reforzamiento. Aunque esta perspectiva resulta insuficiente para explicar por sí sola procesos complejos como la comprensión conceptual, el razonamiento o la metacognición, algunos de sus aportes continúan presentes en investigaciones relacionadas con práctica, retroalimentación y adquisición progresiva de determinadas habilidades (Brod, 2024).

El desarrollo de las perspectivas cognitivas desplazó progresivamente la atención hacia los procesos mediante los cuales las personas organizan, interpretan y transforman la información. Existen autores que conciben que el conocimiento como resultado de procesos activos de construcción y reorganización de estructuras cognitivas, mientras se destacó la importancia de las relaciones entre los nuevos contenidos y los conocimientos previamente disponibles. Estos planteamientos contribuyeron a cuestionar la representación del estudiante como receptor pasivo y situaron la construcción del conocimiento en el centro del aprendizaje (Schunk,

2022).

Desde una perspectiva sociocultural, el desarrollo de las funciones psicológicas superiores se encuentra mediado por lenguajes, herramientas culturales e interacciones sociales. El aprendizaje no constituye, desde esta perspectiva, un fenómeno exclusivamente individual, sino un proceso que ocurre dentro de prácticas sociales históricamente construidas. La interacción educativa adquiere así particular relevancia como espacio de mediación y construcción compartida de significados (Brod, 2024).

La investigación contemporánea ha ampliado estas perspectivas mediante aportes procedentes de la psicología cognitiva, las ciencias del aprendizaje y la investigación educativa. Actualmente se estudian de manera integrada procesos relacionados con conocimientos previos, memoria, atención, funciones ejecutivas, motivación, metacognición y características específicas de los dominios de conocimiento. Esta diversidad muestra que resulta difícil explicar el aprendizaje mediante un único mecanismo o derivar de una teoría particular un modelo universal de enseñanza (Schunk, 2022).

En consecuencia, las teorías del aprendizaje deben comprenderse como marcos que permiten formular preguntas e interpretar determinados aspectos de los procesos educativos, y no como sistemas

cerrados capaces de prescribir automáticamente cómo debe enseñarse. En esta obra se asume que aprender supone actividad cognitiva del sujeto, se apoya en conocimientos previamente construidos, se encuentra mediado por relaciones sociales y culturales y depende también de las características del conocimiento que se intenta construir (Brod, 2024).

Esta concepción resulta especialmente importante para las disciplinas que articulan el presente libro. Aunque existen procesos generales de aprendizaje, comprender una estructura matemática, construir una explicación sobre un fenómeno natural o interpretar un proceso histórico exige diferentes formas de representación, razonamiento y validación. El aprendizaje debe analizarse, por tanto, considerando simultáneamente procesos cognitivos generales y particularidades disciplinares (Schunk, 2022).

2.2 Desarrollo cognitivo y aprendizaje escolar

El aprendizaje escolar ocurre en relación con procesos continuos de desarrollo cognitivo. Durante la infancia y la adolescencia se producen transformaciones en las capacidades para representar información, establecer relaciones, utilizar estrategias, controlar la atención y resolver problemas. Estas transformaciones influyen en las posibilidades de aprendizaje, aunque no

deben interpretarse como una secuencia rígida que determine de manera absoluta qué puede aprender un estudiante en función exclusivamente de su edad (Schunk, 2022).

La teoría de Piaget ejerció una influencia decisiva sobre esta discusión al proponer que el desarrollo intelectual implica reorganizaciones cualitativas de las estructuras cognitivas. Uno de sus principales aportes fue reconocer que el pensamiento infantil posee formas particulares de organización y que el desarrollo supone transformaciones en la manera de interpretar la realidad (Piaget, 1970). Sin embargo, investigaciones posteriores han mostrado una mayor variabilidad en las trayectorias de desarrollo y han cuestionado interpretaciones excesivamente rígidas de etapas universales (Brod, 2024).

.La perspectiva sociocultural amplió esta comprensión al proponer una relación dinámica entre aprendizaje y desarrollo. Vygotsky sostuvo que determinadas capacidades pueden desarrollarse mediante interacción, mediación y participación guiada. La diferencia entre aquello que un estudiante puede realizar independientemente y aquello que logra con apoyo permite reconocer posibilidades de desarrollo todavía no consolidadas. El entorno educativo deja así de ser únicamente un espacio en el que se manifiestan capacidades previamente adquiridas y pasa a participar en su transformación

(Schunk, 2022).

Las perspectivas contemporáneas reconocen que el desarrollo cognitivo resulta de interacciones complejas entre procesos biológicos, experiencia, conocimiento acumulado, condiciones sociales y oportunidades educativas. Esto ayuda a explicar por qué estudiantes de edades semejantes pueden presentar diferencias importantes al resolver una misma tarea. La edad constituye una referencia relevante para comprender determinadas tendencias del desarrollo, pero resulta insuficiente para establecer por sí sola las posibilidades de aprendizaje (Brod, 2024).

Esta consideración posee consecuencias importantes para la educación. La dificultad de un contenido no depende únicamente de sus características formales, sino también de los conocimientos disponibles, de las representaciones utilizadas y de los apoyos proporcionados. Un problema aparentemente complejo puede resultar accesible cuando el estudiante dispone de conocimientos que permiten organizarlo, mientras que una tarea considerada elemental puede generar dificultades cuando exige procesar simultáneamente numerosos elementos desconocidos (Schunk, 2022).

Las disciplinas permiten observar estas progresiones desde perspectivas diferentes. El pensamiento matemático avanza desde formas iniciales de

cuantificación, comparación y representación hacia relaciones progresivamente más abstractas; las Ciencias Naturales requieren desarrollar formas cada vez más rigurosas de relacionar observación, evidencia, modelos y explicaciones; mientras que las Ciencias Sociales demandan ampliar progresivamente la comprensión de temporalidad, causalidad, perspectiva, espacio y territorio. Estas progresiones dependen tanto del desarrollo como de las oportunidades educativas proporcionadas (Brod, 2024).

Desarrollo cognitivo y aprendizaje escolar deben comprenderse, en consecuencia, como procesos relacionados y mutuamente influyentes. El desarrollo establece determinadas posibilidades y restricciones, pero las experiencias educativas también pueden ampliar las capacidades disponibles. Esta relación permite evitar dos extremos: asumir que cualquier contenido puede aprenderse de cualquier manera o establecer límites rígidos sobre las posibilidades del estudiante basándose exclusivamente en su edad (Schunk, 2022).

2.3. Conocimientos previos y construcción conceptual

Todo nuevo aprendizaje se produce sobre conocimientos previamente construidos. Los estudiantes llegan a las situaciones educativas con conceptos, procedimientos, experiencias,

representaciones y explicaciones acerca de aquello que estudian. Estos conocimientos influyen en la manera de seleccionar, interpretar y organizar nueva información y constituyen, por ello, una dimensión fundamental para comprender la construcción conceptual (Brod, 2024).

La importancia de los conocimientos previos fue reconocida tempranamente por alunos autores, quien los situó como una condición fundamental para establecer relaciones significativas con nuevos contenidos. La investigación contemporánea ha precisado esta relación y ha mostrado que disponer de conocimientos anteriores no produce automáticamente mejores aprendizajes. Los efectos dependen, entre otros factores, de que esos conocimientos sean activados, resulten relevantes para la tarea y sean congruentes con la información que debe aprenderse (Schunk, 2022).

Esta distinción resulta importante porque el conocimiento previo puede facilitar y también obstaculizar el aprendizaje. Cuando proporciona conceptos y relaciones compatibles con el nuevo contenido, permite organizar la información con mayor profundidad. Cuando contiene generalizaciones inadecuadas o explicaciones incompatibles, puede favorecer interpretaciones resistentes a nueva evidencia. Aprender, por tanto, no consiste siempre en incorporar información

adicional; en determinadas situaciones exige reorganizar conocimientos existentes (Brod, 2024).

Las características de estos conocimientos varían según la disciplina. En Matemática, un procedimiento válido en determinado contexto puede generalizarse incorrectamente a otro; en Ciencias Naturales, las experiencias cotidianas pueden favorecer explicaciones intuitivas diferentes de los modelos científicos; y en Ciencias Sociales, las interpretaciones pueden estar condicionadas por relatos familiares, medios de comunicación, experiencias territoriales o perspectivas culturales. Los conocimientos previos constituyen así recursos potenciales para aprender, pero también posibles fuentes de dificultad (Schunk, 2022).

Reconocerlos no significa únicamente realizar una evaluación diagnóstica antes de comenzar un contenido. Su importancia reside en analizar cómo intervienen durante la construcción de nuevos significados. Una respuesta incorrecta puede expresar una forma de razonamiento coherente desde la perspectiva del estudiante y proporcionar información acerca de las relaciones conceptuales que está estableciendo. Esta interpretación permite comprender el aprendizaje como reorganización progresiva y no solamente como acumulación de respuestas correctas (Brod, 2024).

La relación entre conocimientos previos y

aprendizaje tampoco permanece estable. Aquello que inicialmente funciona como conocimiento previo se transforma mediante nuevas experiencias y posteriormente constituye la base para aprendizajes más complejos. Existe, por tanto, una relación acumulativa y dinámica en la que aprender modifica continuamente las condiciones desde las cuales se producirán aprendizajes posteriores (Schunk, 2022).

Desde esta perspectiva, construir conocimiento supone establecer relaciones entre aquello que ya se conoce y aquello que se intenta comprender. Algunas relaciones permiten ampliar estructuras existentes; otras exigen diferenciarlas, reorganizarlas o incluso revisar explicaciones que parecían adecuadas. Esta dinámica proporciona una base importante para comprender posteriormente el error, el conflicto cognitivo y los procesos de cambio conceptual (Brod, 2024).

Tabla 1: Conocimientos previos para resolver tareas o necesidades académicas

La socialización	Lectura	Manejo de Power Point	Organización de trabajos	Dirigir equipos
Investigación	Formato APA	Trabajo en equipo	Evitar la procrastinación	Creatividad
Motivación	Citar y referenciar	Mapas conceptuales	Ortografía	Ensayos
Técnicas de búsqueda de información	Manejo de word	Buscar información verídica	Redacción	Programas y aplicaciones
Cuadro comparativo	Organización del tiempo	Presentaciones digitales	Organizadores gráficos	Planeación

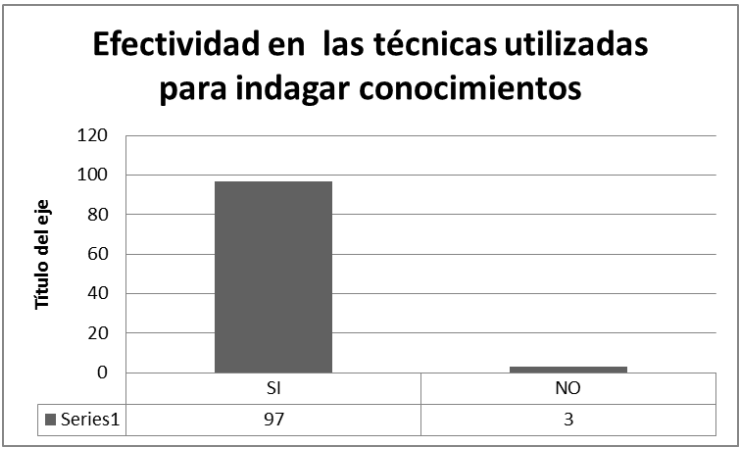
Fuente: (Barcos, 2024)

Figura 4: Conocimientos previos y construcción conceptual.



Fuente: (Perez, 2024)

Tabla 2: Efectividad de las técnicas utilizadas para indagar conocimientos



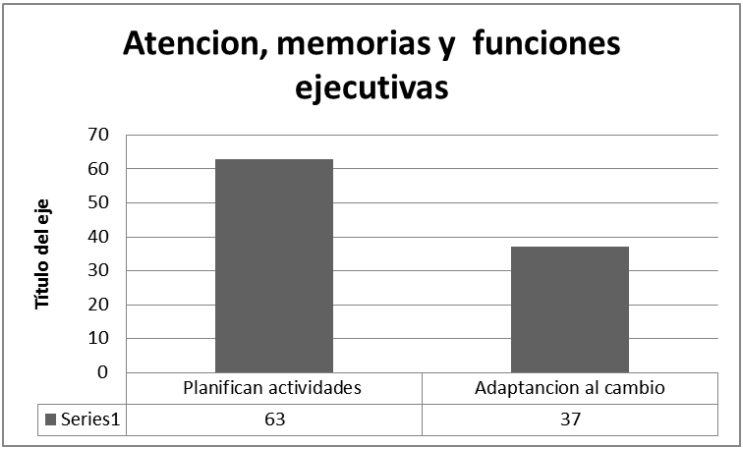
Fuente: (Rojas, 2023)

En la Tabla 2 Se observa que los estudiantes señalan la eficacia de las técnicas para evaluar los conocimientos previos. Como muestran los resultados, el 97 % respondió sí, mientras que solo un estudiante (3 %) opina lo contrario. Estos resultados indican que, según los estudiantes, las técnicas fueron eficaces para evaluar los conocimientos previos.

2.4 .Atención, memoria y funciones ejecutivas

Aprender requiere seleccionar información relevante, mantener determinados elementos disponibles durante su procesamiento, relacionarlos con conocimientos existentes y regular acciones dirigidas hacia objetivos. La atención, la memoria y las funciones ejecutivas participan de manera importante en estos procesos y mantienen relaciones estrechas entre sí. Su estudio contribuye a comprender algunas de las condiciones cognitivas que intervienen en el aprendizaje, aunque ninguna de ellas permite explicarlo aisladamente (Diamond, 2023).

Tabla 3: Atención, memoria y funciones ejecutivas



Fuente: (Ramos, 2023)

El 37% se adaptan a los cambios del proceso educativo , mientras que el 63% planifican las actividades , como se observa en la Tabla 3.

La memoria tampoco debe comprenderse simplemente como un espacio de almacenamiento. La memoria de trabajo permite mantener y manipular temporalmente información necesaria para comprender una explicación, realizar un cálculo, comparar alternativas o seguir diferentes pasos durante la resolución de un problema. Su capacidad limitada constituye una condición importante para comprender por qué determinadas tareas producen mayores demandas cognitivas que otras (Cowan, 2022).

La memoria a largo plazo contiene conocimientos, experiencias y estructuras previamente construidas que pueden recuperarse para interpretar nuevas situaciones. La relación entre memoria de trabajo y memoria a largo plazo resulta fundamental para el aprendizaje: cuanto más organizado se encuentra un conocimiento, mayor posibilidad existe de recuperar estructuras que permitan interpretar nueva información sin procesar cada elemento como completamente desconocido (Diamond, 2023).

Las funciones ejecutivas comprenden procesos asociados con la regulación de la conducta y de la actividad cognitiva. Entre sus componentes

más estudiados se encuentran la inhibición, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. Estas capacidades intervienen cuando una persona necesita evitar una respuesta inmediata, mantener información relevante, cambiar de estrategia o coordinar diferentes alternativas durante una tarea compleja (Cowan, 2022).

Su importancia puede observarse en diferentes campos disciplinares. En Matemática, intervienen al mantener información durante cálculos, inhibir procedimientos inapropiados o cambiar entre representaciones; en Ciencias Naturales, al coordinar observaciones, evidencia y explicaciones; y en Ciencias Sociales, al comparar fuentes, perspectivas y relaciones causales. Sin embargo, el desempeño en estas tareas depende también del conocimiento disciplinar disponible y no únicamente de capacidades cognitivas generales (Diamond, 2023).

Esta última consideración resulta fundamental para evitar interpretaciones reduccionistas. Un estudiante con conocimientos organizados puede resolver determinadas tareas utilizando menos recursos de memoria de trabajo que otro que debe procesar cada elemento como información nueva. Las capacidades cognitivas contribuyen al aprendizaje, pero el conocimiento acumulado modifica, a su vez, la manera en que esas capacidades son utilizadas

(Cowan, 2022).

Por ello, atención, memoria y funciones ejecutivas deben comprenderse como componentes de un sistema cognitivo más amplio. Su estudio proporciona información relevante para comprender el aprendizaje, pero no permite atribuir automáticamente las dificultades académicas a deficiencias individuales en alguna función cognitiva. Los contenidos, las experiencias educativas y las condiciones contextuales continúan desempeñando un papel fundamental (Diamond, 2023).

2.5. Motivación y aprendizaje

El aprendizaje no depende exclusivamente de disponer de capacidades cognitivas y oportunidades educativas. Los estudiantes interpretan las tareas en función de sus intereses, expectativas, metas, percepciones de competencia y del valor que atribuyen a aquello que aprenden. La motivación interviene así en el inicio, dirección, intensidad y persistencia de las conductas relacionadas con el aprendizaje (Urhahne & Wijnia, 2023).

La investigación educativa ha desarrollado diferentes perspectivas para explicar estos procesos. Entre las más influyentes se encuentran las teorías de expectativa-valor, la teoría social cognitiva, la autodeterminación, las teorías del interés, las metas

de logro y las atribuciones. muestran que estos enfoques comparten diversos elementos y pueden integrarse para comprender mejor la relación entre situación, características del estudiante, metas, acciones y resultados. La motivación debe entenderse, por tanto, como un fenómeno multidimensional y no como una característica única que una persona simplemente posee o carece (Ryan y Deci,2024).

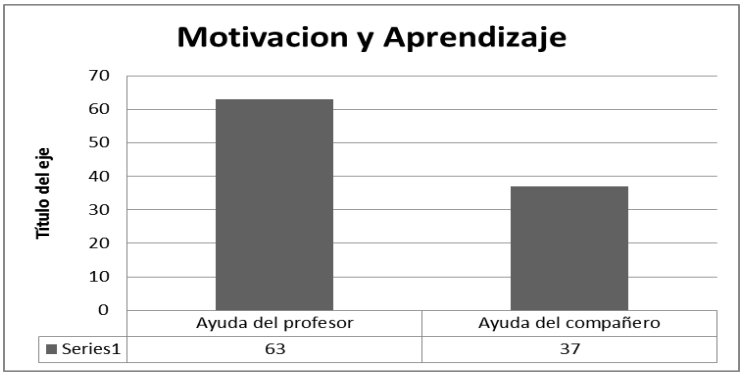
Desde la teoría de la autodeterminación, distinguen diferentes formas de regulación de la conducta y destacan la importancia de las necesidades psicológicas de autonomía, competencia y relación. Esta perspectiva permite superar una oposición simple entre motivación intrínseca y extrínseca: los estudiantes pueden participar en una actividad por interés, porque reconocen su importancia, por expectativas externas o mediante combinaciones diferentes de estas razones (Urhahne & Wijnia, 2023).

La percepción de competencia desempeña igualmente un papel relevante. Cuando los estudiantes consideran que poseen posibilidades reales de progresar y atribuyen valor a una actividad, aumenta la probabilidad de involucrarse y persistir frente a las dificultades. Sin embargo, la motivación no debe interpretarse exclusivamente como una característica interna. Las experiencias de éxito y fracaso, la retroalimentación, las

relaciones educativas, las prácticas de evaluación y el significado atribuido al conocimiento pueden modificarla (Ryan & Deci, 2024).

La relación entre motivación y aprendizaje es, además, recíproca. Una mayor disposición para participar puede favorecer la persistencia y la utilización de estrategias, pero comprender un contenido, experimentar progreso o resolver una dificultad también puede modificar las expectativas y el interés del estudiante. Esta reciprocidad resulta especialmente relevante en disciplinas frente a las cuales pueden construirse tempranamente percepciones de dificultad o incapacidad (Urhahne & Wijnia, 2023).

Tabla 4: Motivación y aprendizaje



Fuente: (Ramos, 2023)

En la Tabla 3 se observa que mientras el 23% de los estudiantesson ayudados por los compañeros de

clases , el 77% de los estudiantes tienen ayuda del Docenteen el desarrollo de actividades y mayor compromiso y confiaza en las tareas encomendadas.

En Matemática, por ejemplo, experiencias reiteradas de dificultad pueden contribuir a desarrollar expectativas negativas sobre el propio desempeño; en Ciencias Naturales, la posibilidad de explicar fenómenos cercanos puede incrementar el valor atribuido al conocimiento científico; y en Ciencias Sociales, la relación entre contenidos y problemas contemporáneos puede modificar la percepción de relevancia. Estas diferencias muestran que la motivación mantiene también una relación con la naturaleza y presentación del conocimiento (Ryan & Deci, 2024).

En consecuencia, motivar no equivale simplemente a convertir una actividad en entretenida. Desde una perspectiva educativa, supone generar condiciones en las que el estudiante pueda reconocer sentido en aquello que aprende, percibir posibilidades de progreso y participar intelectualmente en la construcción del conocimiento. La motivación constituye así una dimensión estrechamente relacionada con los procesos cognitivos, sociales y disciplinares del aprendizaje (Urhahne & Wijnia, 2023).

2.6. El error, el conflicto cognitivo y el cambio conceptual

El error ha sido interpretado tradicionalmente como evidencia de ausencia de conocimiento o como desviación respecto de una respuesta correcta. Desde una perspectiva cognitiva, sin embargo, puede proporcionar información acerca de la manera en que el estudiante está interpretando una situación. Una respuesta incorrecta no siempre constituye producto del azar: puede expresar reglas, relaciones o explicaciones coherentes con determinados conocimientos previamente construidos (Posner, 2021).

Esta interpretación transforma el valor del error para comprender el aprendizaje. Analizar una respuesta permite identificar formas de razonamiento que permanecen ocultas cuando solamente se registra si es correcta o incorrecta. En Matemática, determinados errores pueden revelar generalizaciones inapropiadas de propiedades previamente aprendidas; en Ciencias Naturales, una explicación puede responder a una concepción intuitiva sobre un fenómeno; y en Ciencias Sociales, una interpretación puede mostrar dificultades para coordinar causalidad, temporalidad o perspectivas (Putri, 2022).

Figura 5: Conflicto cognitivo y el cambio conceptual



Fuente: (Rodriguez, 2024)

La investigación sobre cambio conceptual se desarrolló precisamente a partir del reconocimiento de que determinados conocimientos previos presentan resistencia frente a nuevas explicaciones. El modelo clásico destacó condiciones como la insatisfacción con una concepción existente y la disponibilidad de una alternativa inteligible, plausible y potencialmente fructífera. Este planteamiento tuvo una influencia considerable, aunque investigaciones posteriores ampliaron el concepto de cambio conceptual más allá de una sustitución estrictamente racional de ideas (Posner, 2021).

Las perspectivas contemporáneas reconocen que la reorganización conceptual puede involucrar

procesos cognitivos, metacognitivos, motivacionales y afectivos. En una revisión de 50 investigaciones sobre cambio conceptual en educación científica, identificaron precisamente una evolución desde enfoques predominantemente cognitivos hacia la consideración creciente de dimensiones metacognitivas y la necesidad de incorporar con mayor profundidad variables afectivas (Putri, 2022).

El conflicto cognitivo constituye una posibilidad para favorecer esta reorganización, pero no garantiza automáticamente un cambio. Encontrar información incompatible con una concepción previa puede conducir a revisarla, pero también a ignorar la evidencia, reinterpretarla o mantener simultáneamente explicaciones diferentes. Por ello, el cambio conceptual requiere oportunidades para comparar interpretaciones, examinar evidencia, argumentar y reconstruir relaciones entre conceptos (Posner, 2021).

El cambio tampoco ocurre necesariamente mediante una sustitución inmediata. Algunos conocimientos se modifican progresivamente, mientras que determinadas concepciones intuitivas pueden permanecer disponibles incluso después de aprender explicaciones académicas más elaboradas. Esta coexistencia permite comprender por qué un estudiante puede utilizar correctamente un concepto en determinadas situaciones y regresar

a interpretaciones anteriores cuando cambia el contexto (Putri, 2022).

Desde esta perspectiva, el error no debe idealizarse ni considerarse valioso por sí mismo. Su importancia reside en la información que puede proporcionar sobre el razonamiento y en las posibilidades de revisión que genera. El propósito continúa siendo construir conocimientos progresivamente más sólidos, pero alcanzar esa comprensión puede requerir reconocer, explicar y transformar interpretaciones anteriores (Putri, 2022).

2.7. Neurociencia y educación: aportes, posibilidades y límites

El desarrollo de las neurociencias ha ampliado considerablemente el conocimiento sobre los mecanismos biológicos relacionados con percepción, memoria, atención, emoción y aprendizaje. Las técnicas contemporáneas de investigación permiten estudiar la actividad y organización cerebral asociada con diferentes procesos cognitivos, lo que ha generado un creciente interés por establecer relaciones entre estos hallazgos y la educación (Thomas, 2021).

Este diálogo posee valor científico porque permite comprender que el aprendizaje se encuentra asociado con modificaciones funcionales y estructurales del sistema nervioso y que el cerebro

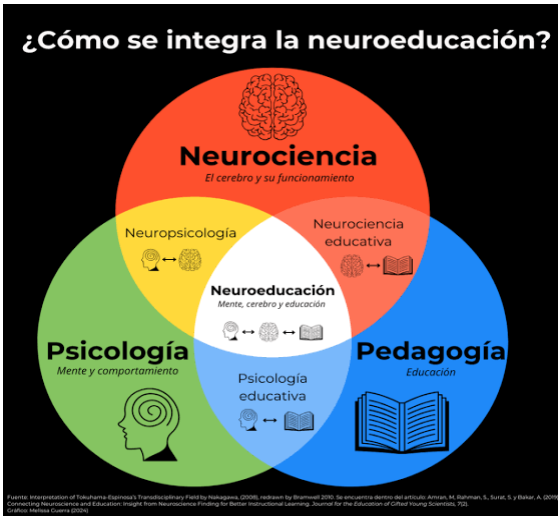
mantiene capacidad de cambio a lo largo del desarrollo. Investigaciones relacionadas con lectura, aprendizaje numérico, memoria y funciones ejecutivas han ampliado el conocimiento sobre algunos mecanismos involucrados en la adquisición de capacidades académicas. Sin embargo, identificar un mecanismo cerebral relacionado con una tarea no permite derivar automáticamente una estrategia educativa (Thomas, 2021).

Esta distinción resulta fundamental porque los niveles de explicación neurobiológico y educativo no son equivalentes. Identificar redes cerebrales asociadas con procesamiento numérico, por ejemplo, puede contribuir a comprender determinados aspectos del aprendizaje matemático, pero no establece por sí mismo cómo debe organizarse una clase, qué secuencia conceptual resulta más adecuada o qué representación debe utilizar un profesor. Las decisiones educativas incluyen dimensiones cognitivas, epistemológicas, pedagógicas, sociales y culturales que exceden la explicación neurobiológica (Rousseau, 2024).

La expansión social de la neurociencia ha favorecido también la difusión de interpretaciones simplificadas conocidas como neuromitos. Entre ellas se encuentran afirmaciones sobre supuestos estilos de aprendizaje determinados por modalidades sensoriales, el predominio rígido de uno de los

hemisferios cerebrales o la idea de que las personas utilizan solamente una pequeña proporción de su cerebro. La persistencia de estas concepciones entre profesionales de la educación ha generado una línea específica de investigación y formación docente (Rousseau, 2024).

Figura 6: Neurociencia y educación.



Fuente: (Barrios, 2023)

La investigación reciente introduce, sin embargo, una precaución importante señala que, aunque los neuromitos continúan presentes entre docentes y diferentes intervenciones han logrado reducir algunas de estas creencias, todavía existe evidencia limitada para establecer relaciones causales entre creer en un neuromito, utilizar determinadas prácticas y producir efectos negativos en el rendimiento estudiantil. Esta distinción resulta importante para

evitar combatir simplificaciones científicas mediante nuevas simplificaciones (Rousseau, 2024).

La relación entre neurociencia y educación debe plantearse, por ello, desde la complementariedad. La investigación cerebral puede contribuir a explicar determinados mecanismos del aprendizaje; la psicología cognitiva permite analizar procesos como memoria, atención y razonamiento; y la investigación educativa y didáctica estudia cómo estos procesos interactúan con contenidos, contextos y prácticas de enseñanza. Ninguno de estos niveles puede sustituir completamente a los demás (Thomas, 2021).

Esta consideración adquiere especial relevancia en las disciplinas analizadas en este libro. Conocer mecanismos relacionados con procesamiento numérico puede ampliar la comprensión científica del aprendizaje matemático, pero no sustituye el conocimiento acerca de representaciones y estructuras matemáticas. Del mismo modo, conocer procesos perceptivos o de memoria no reemplaza la comprensión de cómo se construye una explicación científica o cómo se interpreta una fuente histórica. El conocimiento neurocientífico constituye una dimensión explicativa dentro de un fenómeno educativo considerablemente más amplio (Thomas, 2021).

En consecuencia, los aportes de la neurociencia deben incorporarse a la educación mediante prudencia epistemológica. Su contribución no consiste en proporcionar recetas pedagógicas directamente derivadas del funcionamiento cerebral, sino en enriquecer, junto con otras disciplinas, la comprensión de determinados procesos implicados en aprender. Reconocer simultáneamente sus posibilidades y sus límites permite evitar tanto el rechazo injustificado de aportes científicos como la denominada neuroeducación basada en afirmaciones que exceden la evidencia disponible (Rousseau, 2024).

El recorrido desarrollado en este capítulo permite comprender el aprendizaje como un proceso multidimensional en el que interactúan desarrollo cognitivo, conocimientos previos, atención, memoria, funciones ejecutivas, motivación y procesos de reorganización conceptual. Ninguno de estos componentes explica aisladamente cómo se construye el conocimiento. Esta perspectiva proporciona la base para avanzar hacia el problema que articula el capítulo siguiente: cómo la didáctica interpreta estos procesos y los relaciona con las decisiones mediante las cuales se organizan y transforman las prácticas educativas (Thomas, 2021).

CAPÍTULO III

DIDÁCTICA Y TRANSFORMACIÓN DE LAS PRÁCTICAS EDUCATIVAS

CASA EDITORA DEL POLO

La metodología de enseñanza, entendida como una herramienta clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje, desempeña un papel decisivo en la formación de los estudiantes. Su aplicación adecuada puede potenciar la atención y el pensamiento reflexivo, fortaleciendo así el aprendizaje. Para ello, resulta fundamental contar con docentes capaces de utilizar eficazmente los recursos didácticos, especialmente en el contexto tecnológico actual. Dicha formación docente permite a los educadores involucrar a los estudiantes de manera más efectiva y crear un entorno propicio para la construcción del conocimiento (Gomez, 2023).

Hoy en día, la enseñanza ha experimentado un cambio significativo debido al dinamismo de una sociedad que avanza a gran velocidad. Por ello, se requiere un compromiso constante para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la integración de métodos y recursos que fortalezcan la educación. La enseñanza y el aprendizaje se entrelazan permanentemente en el aula, generando espacios para la construcción conjunta del conocimiento. En este sentido, el educador facilita la adquisición de saberes y fomenta el desarrollo de estudiantes reflexivos y críticos, capaces de distinguir entre lo positivo y lo negativo (Aracely y Yucailla, 2023).

Los métodos de enseñanza se definen como las acciones que realiza el docente para organizar actividades teóricas y prácticas, permitiendo así que los estudiantes asimilen los contenidos propuestos. Se sostiene que dichos métodos implican una interacción entre docente y estudiante dentro del proceso educativo, con el objetivo de que la planificación y ejecución de las actividades ayuden a los alumnos a adquirir conocimientos y reforzar su aprendizaje. Asimismo, se señala que estos métodos abarcan técnicas o actividades para integrar y procesar información, orientadas al logro de los objetivos educativos (Aracely y Yucailla, 2023).

3.1. La didáctica: evolución y debates contemporáneos

La didáctica constituye un campo de conocimiento dedicado al estudio de la enseñanza, sus condiciones, sus finalidades y las relaciones que se establecen entre docentes, estudiantes y conocimientos. Su desarrollo histórico ha estado vinculado con diferentes concepciones acerca de la educación y con las transformaciones experimentadas por las instituciones escolares. En consecuencia, no puede reducirse a un conjunto de técnicas destinadas a organizar actividades, sino que implica analizar los fundamentos, propósitos y decisiones que configuran las prácticas de enseñanza (Nóvoa, 2022).

Uno de sus antecedentes fundamentales se encuentra en Comenio, cuya Didáctica Magna planteó en el siglo XVII la necesidad de organizar sistemáticamente la enseñanza. Aunque muchas de sus formulaciones corresponden a condiciones históricas diferentes de las actuales, su obra contribuyó a instalar la enseñanza como un problema susceptible de reflexión sistemática y organización racional. A partir de entonces, la didáctica se transformó paralelamente a los cambios experimentados por las teorías educativas, el currículo y las concepciones sobre aprendizaje (Camilloni, 2023).

Durante buena parte del siglo XX adquirieron relevancia enfoques orientados hacia la planificación, la definición de objetivos y la organización sistemática de la enseñanza. Posteriormente, distintas corrientes cuestionaron la posibilidad de comprender la práctica educativa exclusivamente mediante modelos técnicos y comenzaron a prestar mayor atención al contexto, la interacción, el conocimiento profesional y las decisiones del profesor. La enseñanza pasó progresivamente de ser concebida como ejecución de procedimientos a ser estudiada como una práctica compleja que requiere interpretación y juicio profesional (Nóvoa, 2022).

Esta transformación no implica abandonar la

planificación o la sistematicidad. La enseñanza requiere objetivos, organización y criterios para valorar sus resultados, pero ninguna planificación puede anticipar completamente aquello que ocurre durante la interacción educativa. La diversidad de estudiantes, las características de los contenidos y las condiciones institucionales generan situaciones que requieren ajustar las decisiones inicialmente previstas. Esta relación entre conocimiento previo y adaptación constituye una característica central del ejercicio profesional docente (Benedict, 2023).

Figura 7: Didacticas y transformacion educativas.



Fuente: (Vizcaya, 2023).

La investigación contemporánea también ha ampliado los objetos de estudio de la didáctica.

Además de métodos y organización de la enseñanza, actualmente se analizan la participación del estudiante, el uso de evidencia, las características epistemológicas de los contenidos, la integración tecnológica, la colaboración y los procesos mediante los cuales los profesores modifican sus prácticas. Las revisiones sobre desarrollo docente muestran precisamente que el cambio profesional implica articular diferentes fuentes de conocimiento y analizar sistemáticamente la enseñanza (Benedict et al., 2023).

En esta obra, por tanto, la didáctica será entendida como un campo de conocimiento que estudia y fundamenta las decisiones relacionadas con la enseñanza considerando los contenidos, los estudiantes, los contextos y las finalidades educativas. Esta definición reconoce principios comunes a diferentes situaciones de enseñanza, pero también permite comprender que las particularidades epistemológicas de cada disciplina generan problemas didácticos propios (Nóvoa, 2022).

3.2. Didáctica general y didácticas específicas

La existencia de principios generales acerca de la enseñanza convive con la necesidad de comprender las particularidades de los conocimientos que se enseñan. Esta relación ha dado lugar a una distinción entre didáctica general y didácticas específicas. Mientras la primera analiza problemas

que atraviesan diferentes áreas y niveles educativos, las segundas estudian las condiciones particulares relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de campos determinados de conocimiento (Camilloni, 2023).

La didáctica general aborda cuestiones como planificación, interacción educativa, evaluación, organización de las actividades y principios amplios de enseñanza. Estos problemas poseen relevancia transversal porque forman parte del trabajo de profesores de diferentes disciplinas. Sin embargo, su realización concreta depende de aquello que se pretende enseñar: una explicación, una pregunta o una tarea adquieren características distintas cuando se trabaja con una estructura algebraica, un fenómeno natural o una fuente histórica (Andrews et al., 2022).

Esta especificidad encuentra uno de sus fundamentos en la distinción propuesta por Shulman entre conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico general y conocimiento pedagógico del contenido. Su planteamiento mostró que existe un ámbito profesional situado precisamente en la intersección entre disciplina y enseñanza. Investigaciones contemporáneas continúan mostrando que los conocimientos necesarios para enseñar poseen componentes comunes a la profesión y otros vinculados estrechamente con la

naturaleza de cada disciplina (Fukaya et al., 2025).

Las didácticas específicas no consisten, por tanto, en aplicar una misma metodología general a diferentes asignaturas. La didáctica de la Matemática estudia problemas vinculados con las representaciones, la construcción de objetos matemáticos, el razonamiento y las dificultades específicas de aprendizaje; la didáctica de las Ciencias Naturales analiza fenómenos como indagación, modelización, argumentación y construcción de explicaciones; mientras que la didáctica de las Ciencias Sociales estudia cuestiones vinculadas con temporalidad, territorio, fuentes, interpretación y pensamiento histórico y social(Camilloni, 2023).

La relación entre didáctica general y didácticas específicas debe comprenderse desde la complementariedad. Los principios generales permiten analizar dimensiones compartidas de la enseñanza, mientras que las didácticas disciplinares muestran cómo estas dimensiones adquieren formas particulares según la naturaleza del conocimiento. Reducir la enseñanza a principios exclusivamente generales puede desconocer estas diferencias; fragmentarla únicamente en campos particulares puede dificultar el reconocimiento de problemas comunes a la profesión (Andrews , 2022).

3.3. De los modelos transmisivos a las perspectivas contemporáneas

La transformación de las concepciones sobre enseñanza y aprendizaje ha producido cambios importantes en la manera de interpretar las prácticas educativas. Los modelos transmisivos han sido asociados tradicionalmente con una organización en la que el profesor presenta conocimientos previamente estructurados y los estudiantes deben reproducirlos. Las perspectivas contemporáneas han otorgado mayor importancia a la actividad intelectual del estudiante, la resolución de problemas, la indagación, la interacción y la construcción de significados (Theobald, 2023).

Sin embargo, explicar esta evolución mediante una oposición simple entre enseñanza "tradicional" y enseñanza "moderna" resulta insuficiente. La explicación docente, la ejercitación o la presentación organizada de información no son inadecuadas por definición, del mismo modo que una actividad colaborativa, tecnológica o basada en proyectos no garantiza automáticamente aprendizajes de mayor profundidad. La investigación contemporánea sugiere que las situaciones más productivas suelen combinar orientación explícita, actividad intelectual del estudiante y oportunidades para aplicar o reconstruir conocimientos (de Jong , 2024).

La investigación sobre aprendizaje activo constituye uno de los antecedentes empíricos más importantes de esta discusión, en un metaanálisis de 225 estudios desarrollados en áreas STEM, encontraron mejores resultados promedio en condiciones de aprendizaje activo que en clases predominantemente expositivas. Posteriormente, encontraron que estas estrategias también podían contribuir a reducir determinadas brechas de rendimiento entre grupos estudiantiles en educación superior (Theobald, 2023).

Estos resultados, sin embargo, no permiten afirmar que cualquier actividad denominada "activa" resulte superior. Una distinción fundamental consiste en diferenciar actividad observable de actividad cognitiva. Un estudiante puede participar físicamente en una tarea sin analizar profundamente el contenido, mientras que una explicación estructurada puede generar una intensa actividad intelectual. La calidad de la enseñanza depende, por tanto, de aquello que el estudiante necesita pensar, relacionar, representar o justificar y no solamente del formato externo de la actividad (de Jong, 2024).

La literatura reciente sobre enseñanza por indagación ilustra bien esta cuestión. El debate entre enseñanza directa e indagación resulta poco productivo cuando ambos enfoques son

presentados como alternativas excluyentes. Las oportunidades de aprendizaje más sólidas pueden combinar instrucción explícita con procesos de investigación guiada, dependiendo de los conocimientos disponibles y de las características de la tarea (de Jong, 2024).

Las perspectivas contemporáneas tienden, por ello, a desplazar la discusión desde la elección de un método universal hacia el diseño de condiciones de aprendizaje. La cuestión no consiste simplemente en determinar si una clase debe ser expositiva, colaborativa o basada en problemas, sino en establecer qué decisiones permiten desarrollar las formas de razonamiento, comprensión y participación requeridas por los objetivos educativos (Theobald, 2023).

Esta posición evita también convertir la innovación en una sucesión de modas pedagógicas. Una práctica no se transforma únicamente porque incorpore una metodología con una denominación novedosa. La transformación didáctica implica modificar la calidad de las oportunidades ofrecidas para comprender y utilizar conocimientos, manteniendo una relación crítica entre teoría, investigación, características disciplinares y contexto (de Jong, 2024).

3.4. El estudiante y su participación en la construcción del conocimiento

Reconocer al estudiante como participante activo constituye uno de los cambios más relevantes de las perspectivas educativas contemporáneas. Como se analizó en el capítulo anterior, aprender requiere relacionar información con conocimientos previos, construir representaciones, elaborar interpretaciones y reorganizar conocimientos. La participación no puede reducirse, por tanto, a presencia física o realización de actividades, sino que implica involucramiento intelectual en aquello que se intenta comprender (Freeman, 2023).

Esta participación puede manifestarse mediante preguntas, explicaciones, elaboración de argumentos, comparación de alternativas, producción de representaciones o interpretación de evidencia. Su forma específica depende del conocimiento en cuestión: justificar un procedimiento matemático, construir una explicación científica e interpretar una fuente histórica implican actividades cognitivas y epistemológicas diferentes (Theobald, 2024).

La evidencia sobre aprendizaje activo respalda la importancia de crear oportunidades para este tipo de participación. encontraron mejoras generales en rendimiento bajo condiciones de aprendizaje activo, mientras que se observaron efectos

relevantes en la reducción de determinadas brechas académicas. Estos resultados muestran el potencial de incrementar la participación cognitiva del estudiante, pero también deben interpretarse considerando la diversidad de estrategias incluidas dentro de esta categoría (Theobald, 2024).

La participación tampoco implica disminuir la importancia del profesor. Las actividades abiertas pueden resultar poco productivas cuando los estudiantes carecen de conocimientos, orientaciones o criterios suficientes para interpretar el problema. La investigación reciente sobre indagación confirma que los procesos de aprendizaje pueden beneficiarse de distintos niveles de guía y que la autonomía no requiere ausencia de intervención docente (de Jong, 2024).

Esta relación permite superar la oposición entre protagonismo docente y protagonismo estudiantil. Ambos ocupan posiciones diferentes dentro del proceso: el profesor diseña, organiza, orienta y adapta las condiciones de enseñanza, mientras que el estudiante realiza la actividad intelectual mediante la cual puede construirse el aprendizaje. Reconocer la participación del estudiante no significa trasladarle la responsabilidad total sobre los resultados educativos (Theobald, 2024).

La investigación sobre cocreación educativa también ha mostrado que la participación puede

extenderse hacia determinados procesos de decisión sobre enseñanza y aprendizaje, aunque sus formas y alcances dependen considerablemente del contexto institucional. La revisión sistemática de muestra que involucrar a estudiantes en procesos de decisión puede adoptar modalidades diversas y requiere condiciones específicas para evitar una participación meramente simbólica (Geurts,2024).

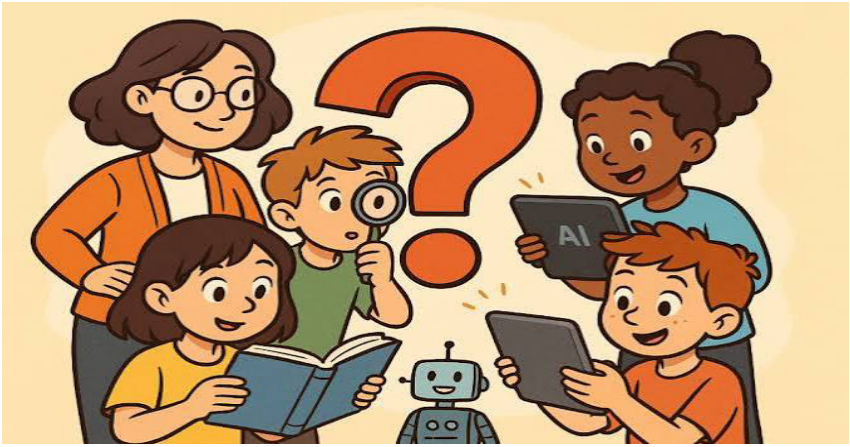
En consecuencia, una práctica educativa centrada en la participación no se define por la cantidad de actividades realizadas, sino por la calidad del compromiso intelectual que estas generan. La participación adquiere mayor valor cuando permite que los estudiantes interpreten, argumenten, contrasten y produzcan conocimiento utilizando formas de pensamiento pertinentes para la disciplina (Theobald, 2024).

3.5 Resolución de problemas e indagación

La resolución de problemas y la indagación ocupan un lugar relevante en las perspectivas contemporáneas porque sitúan al estudiante frente a situaciones que requieren movilizar conocimientos para interpretar, explicar o producir respuestas. Aunque ambas poseen tradiciones diferentes, comparten la idea de que aprender puede implicar enfrentarse a situaciones cuya solución no está disponible de manera inmediata (Polya, 2022).

La resolución de problemas posee una larga tradición en educación matemática comprenderla mediante procesos de comprensión del problema, elaboración de un plan, ejecución y revisión. Su aporte trascendió la enseñanza de procedimientos al destacar formas de razonamiento y estrategias heurísticas que permiten abordar situaciones no rutinarias (Muhamad Dah, 2024).

Figura 8: Resolución de problemas e indagacións.



Fuente: (Vizcaya, 2023).

Resolver un problema no equivale a aplicar mecánicamente un algoritmo conocido. Una situación adquiere carácter problemático cuando exige interpretar condiciones, seleccionar información, establecer relaciones y decidir cómo utilizar los conocimientos disponibles. Esta distinción

resulta relevante porque numerosos ejercicios escolares pueden presentar una apariencia contextualizada y, sin embargo, requerir únicamente la reproducción inmediata de un procedimiento previamente indicado (Polya, 2022).

La indagación posee particular relevancia en la enseñanza de las ciencias. Implica formular preguntas, examinar fenómenos, recoger o interpretar evidencia, construir explicaciones y revisar conclusiones. La investigación contemporánea muestra que existen diferentes niveles de apertura y que la indagación completamente autónoma no constituye necesariamente la alternativa más adecuada para todas las situaciones. La revisión sistemática se encontró efectos favorables del open inquiry, pero también una importante diversidad en los resultados y condiciones de implementación (Muhamad Dah, 2024).

Esta cuestión ha llevado a superar la oposición entre indagación e instrucción directa. sostienen que las propuestas de mayor potencial pueden combinar momentos de explicación explícita con investigación guiada, proporcionando apoyo cuando los estudiantes lo requieren. La orientación puede adoptar diferentes formas, como preguntas, indicaciones, herramientas de representación, retroalimentación o información conceptual (De Jong, 2024).

La tecnología también puede desempeñar funciones específicas dentro de la indagación. Una revisión sistemática reciente de 25 estudios identificó que las herramientas digitales pueden apoyar la representación de fenómenos, recolección de datos, organización de información, comunicación y retroalimentación durante diferentes fases del proceso indagatorio . Esta evidencia muestra nuevamente que el valor de la tecnología depende de la función cognitiva y didáctica que cumple (Muhamad Dah, 2024).

Aunque resolución de problemas e indagación poseen especial relevancia en Matemática y Ciencias Naturales, respectivamente, sus principios pueden adoptar formas particulares en otros campos. Investigar un proceso histórico, analizar transformaciones territoriales o estudiar un problema social también exige formular preguntas, seleccionar fuentes, contrastar evidencia y construir argumentos. Cada disciplina determina qué constituye un problema legítimo, qué cuenta como evidencia y cómo se valida una respuesta (De Jong, 2024).

En consecuencia, el valor didáctico de estas perspectivas no reside en presentar actividades novedosas, sino en involucrar al estudiante en formas auténticas de razonamiento y utilización del conocimiento. Su desarrollo requiere equilibrio entre desafío, conocimientos disponibles y orientación

docente (Muhamad Dah, 2024).

3.6. Aprendizaje colaborativo y construcción social del conocimiento

La interacción entre estudiantes constituye otra dimensión importante de las prácticas educativas. Desde perspectivas socioculturales, el aprendizaje se encuentra mediado por lenguajes e interacciones que permiten expresar, comparar y reconstruir significados . Esta consideración ha favorecido el desarrollo de diferentes formas de aprendizaje cooperativo y colaborativo (Ribosa y Duran ,2022).

Sin embargo, reunir estudiantes en grupos no garantiza colaboración ni aprendizaje. La interacción adquiere valor cuando los participantes necesitan explicar ideas, coordinar perspectivas, justificar decisiones y construir respuestas compartidas. Cuando el trabajo consiste únicamente en distribuir partes independientes de una tarea o permite una participación muy desigual, disminuyen las posibilidades de elaboración conjunta del conocimiento (Chen y Chen (2025).

La evidencia acumulada ha mostrado resultados favorables del aprendizaje cooperativo bajo determinadas condiciones. El metaanálisis de Kyndt encontró efectos positivos sobre rendimiento y actitudes, aunque con variaciones relacionadas con los contextos y diseños de las intervenciones.

Investigaciones más recientes continúan destacando que la calidad de la colaboración depende de la estructura de las tareas, las interacciones generadas y las formas de apoyo disponibles (Ribosa y Duran ,2022).

El diálogo constituye uno de los mecanismos centrales de este proceso. Explicar una idea a otras personas obliga a organizar conocimientos, explicitar relaciones y responder a posibles objeciones. Una revisión metaanalítica de encontró que estudiantes que producen materiales para enseñar a otros pueden obtener beneficios en su propio aprendizaje, lo que muestra el valor cognitivo potencial de explicar y reorganizar conocimientos para una audiencia (Chen y Chen (2025).

Las tecnologías digitales han ampliado también las posibilidades de colaboración., en una revisión sistemática de estudios sobre indagación colaborativa apoyada por tecnología en educación escolar, encontraron que estas herramientas pueden facilitar procesos de interacción, investigación y construcción conjunta, aunque sus efectos dependen de la estructura pedagógica y del modo en que se integran dentro de las actividades (Ribosa y Duran ,2022).

El profesor continúa desempeñando una función relevante en estos procesos. Diseñar tareas interdependientes, definir propósitos, establecer

formas de participación y observar las interacciones son decisiones necesarias para que la colaboración adquiera sentido educativo. Esta intervención resulta especialmente importante cuando aparecen desigualdades de participación, explicaciones incorrectas o dificultades para coordinar las contribuciones del grupo (Chen y Chen (2025).

Las características disciplinares introducen nuevamente diferencias. Argumentar una solución matemática, discutir evidencia científica o contrastar interpretaciones históricas constituyen formas distintas de interacción intelectual. La colaboración adquiere mayor profundidad cuando se organiza alrededor de prácticas propias del conocimiento y no únicamente alrededor de la elaboración conjunta de un producto (Ribosa y Duran ,2022).

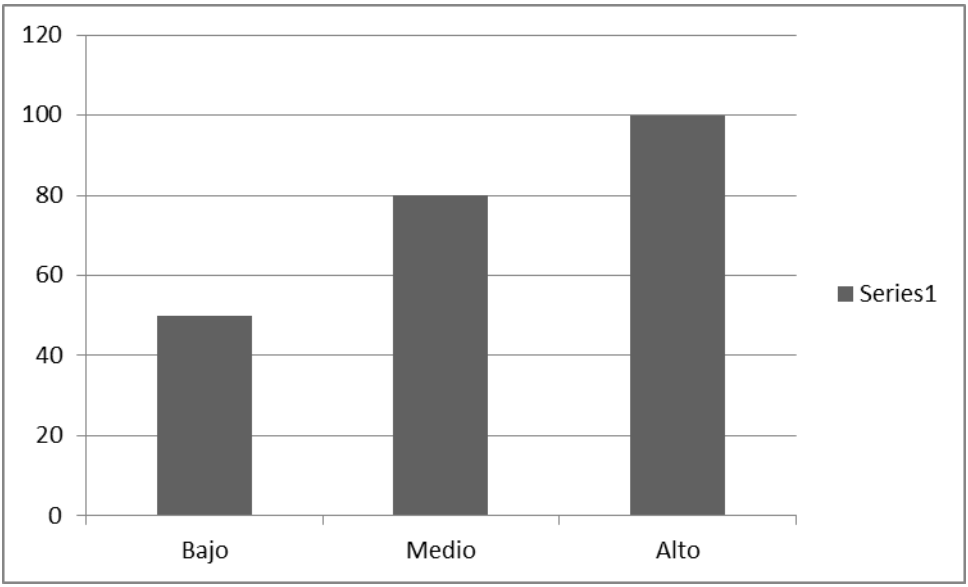
3.7. Aprendizaje colaborativo y construcción social del conocimiento

Las tecnologías digitales han modificado significativamente las condiciones de acceso, representación, comunicación y producción del conocimiento. Plataformas virtuales, simulaciones, sistemas de visualización, aplicaciones colaborativas y herramientas de análisis forman actualmente parte de numerosos escenarios educativos. Sin embargo, la investigación muestra que la disponibilidad de tecnología no produce automáticamente innovación ni mejores aprendizajes (Wohlfart &

Wagner, 2023).

Una tecnología adquiere valor educativo en función de aquello que permite hacer con el conocimiento. En Matemática, determinados entornos posibilitan explorar dinámicamente relaciones geométricas o funcionales; en Ciencias Naturales, las simulaciones facilitan el estudio de fenómenos difíciles de observar directamente; y en Ciencias Sociales, los sistemas de información geográfica, archivos digitales y visualizaciones de datos amplían las posibilidades para analizar territorio y procesos históricos (Basilotta, 2022).

Tabla 5: Colaborativo y construcción social.



Fuente: (Ramos, 2023)

La Tabla 5 muestra que el grupo con alta colaboración superó consistentemente a los demás niveles en un 100%, especialmente en las dimensiones asociadas con Repensar el Compartir y Desarrollo Conjunto, donde se evidencia que sostienen que el aprendizaje colaborativo refuerza el pensamiento lógico, la interacción significativa y la adquisición de conocimiento en diversos entornos educativos, particularmente en la enseñanza.

La relación entre tecnología, pedagogía y contenido fue sistematizada mediante el marco TPACK . Aunque el ecosistema tecnológico ha cambiado profundamente desde entonces, investigaciones contemporáneas continúan encontrando amplia presencia de este marco al estudiar la integración digital del profesorado , basada en 23 revisiones sistemáticas y más de mil estudios primarios, destaca precisamente la importancia de articular competencia tecnológica, conocimiento pedagógico y condiciones institucionales (Wohlfart & Wagner, 2023).

La evidencia reciente permite precisar todavía más esta relación. Una revisión de metaanálisis y metaanálisis de segundo orden publicada en 2024 encontró que sustituir una enseñanza sin tecnología por otra con tecnología no generaba por sí mismo cambios sustanciales en los resultados cognitivos. Los beneficios aparecían principalmente cuando la

tecnología proporcionaba apoyos específicos para actividades de aprendizaje relevantes. Esto indica que el efecto educativo depende de cómo se utiliza la tecnología, y no simplemente de su presencia (Basilotta, 2022).

Las experiencias de enseñanza durante la pandemia también confirmaron esta diferencia, en una revisión sistemática de investigaciones sobre transición hacia enseñanza en línea, identificaron diversas estrategias utilizadas para mantener la continuidad educativa y mostraron que los resultados dependieron de la organización pedagógica, las competencias disponibles y las condiciones de acceso. La enseñanza remota de emergencia no debe confundirse, por tanto, con una educación digital diseñada intencionalmente (Koh y Daniel, 2022).

La transformación digital plantea además problemas relacionados con formación profesional. Las revisiones sobre competencia digital docente muestran que factores como creencias pedagógicas, confianza, desarrollo profesional, infraestructura y contexto sociocultural condicionan considerablemente la integración tecnológica (Basilotta., 2022).

La inteligencia artificial generativa amplía actualmente estos desafíos al producir textos, imágenes, explicaciones y soluciones con creciente facilidad.. En este punto interesa únicamente señalar

que las nuevas tecnologías no eliminan la necesidad de conocimiento profesional; por el contrario, aumentan la importancia de criterios para evaluar información, seleccionar recursos y decidir cuándo una herramienta amplía realmente las posibilidades de aprendizaje (Koh y Daniel, 2022).

La tecnología debe entenderse, por tanto, como componente de un sistema didáctico y no como finalidad en sí misma. Una herramienta sencilla puede resultar altamente pertinente cuando permite comprender mejor un fenómeno, mientras que una tecnología sofisticada puede tener escaso valor cuando únicamente reproduce prácticas existentes. La pregunta didáctica fundamental no es qué tecnología utilizar, sino qué actividad intelectual y qué formas de relación con el conocimiento permite desarrollar (Wohlfart & Wagner, 2023).

3.8. Investigación y evidencia sobre las prácticas de enseñanza

La transformación de las prácticas educativas requiere establecer una relación crítica con la investigación. Durante las últimas décadas ha aumentado considerablemente la producción de estudios empíricos, revisiones sistemáticas y metaanálisis orientados a comprender los efectos y condiciones de diferentes formas de enseñanza. Este desarrollo amplía las posibilidades de fundamentar decisiones profesionales, pero también plantea

el problema de cómo relacionar conocimiento científico y situaciones educativas concretas (Bauer y Kollar,(2023).

La práctica informada por evidencia no debe comprenderse como aplicación automática de resultados de investigación. Los estudios educativos se desarrollan con poblaciones, contenidos, contextos e instrumentos particulares, por lo que sus conclusiones requieren interpretación antes de utilizarse en nuevas situaciones. destacan precisamente que el uso de evidencia educativa exige procesos de razonamiento profesional y no una transferencia mecánica entre investigación y práctica (Muhamad Dah , 2024).

Las revisiones sistemáticas y los metaanálisis permiten sintetizar resultados procedentes de múltiples investigaciones y poseen un papel relevante en esta relación. La evidencia sobre aprendizaje activo, indagación y tecnología muestra, por ejemplo, que determinadas aproximaciones pueden generar resultados positivos, pero también que existen variaciones importantes relacionadas con los diseños, los apoyos y las condiciones de implementación (Muhamad Dah , 2024).

La investigación reciente sobre cambio educativo informado por evidencia confirma igualmente que su utilización depende de factores situados en diferentes niveles del sistema. mediante una

revisión desde una perspectiva sistémica, muestran que la producción de cambios sostenibles requiere considerar interacciones entre profesionales, organizaciones y condiciones más amplias del sistema educativo (Boom-Muilenburg, 2024).

La relación entre evidencia y práctica presenta, además, dificultades concretas, al estudiar formadores de docentes, encontraron actitudes generalmente favorables hacia una enseñanza sustentada en evidencia, pero también dificultades para traducir resultados de investigación en decisiones prácticas. Los autores destacan la importancia de formación y apoyo institucional para reducir esta distancia entre producción científica y actuación educativa (Georgiou, 2023).

Por ello, la experiencia profesional y la investigación deben mantenerse diferenciadas, pero relacionadas. Una experiencia particular puede generar preguntas, revelar problemas y ofrecer comprensión situada; la investigación utiliza procedimientos sistemáticos para producir y contrastar conocimiento más allá de situaciones individuales. Ninguna experiencia personal puede sustituir la evidencia científica, pero tampoco los resultados de un estudio eliminan la necesidad de interpretar las características del contexto (Boom-Muilenburg, 2024).

Una práctica profesional fundamentada surge precisamente de este diálogo. La evidencia

científica puede cuestionar creencias arraigadas, identificar regularidades y proporcionar alternativas; el conocimiento profesional permite valorar su pertinencia frente a estudiantes, contenidos y condiciones institucionales. Las revisiones actuales sobre uso de investigación en educación avanzan precisamente hacia concepciones de integración entre evidencia, conocimiento contextual y juicio profesional, en lugar de modelos estrictamente instrumentales de "implementación" (Boom-Muilenburg, 2024).

Esta perspectiva permite también adoptar una posición crítica frente a la innovación educativa. Una práctica no adquiere valor simplemente por ser reciente, tecnológica, activa o ampliamente difundida. Su pertinencia debe analizarse atendiendo a la calidad de la evidencia disponible, los objetivos de aprendizaje, las características del contenido y las condiciones reales de implementación (Georgiou, 2023).

La didáctica puede entenderse así como un espacio de articulación entre teoría, conocimiento profesional, evidencia y decisiones de enseñanza. La participación estudiantil, la resolución de problemas, la indagación, la colaboración y la tecnología representan posibilidades relevantes, pero ninguna constituye una respuesta universal. Su valor depende de las relaciones que logren establecer entre

estudiantes, conocimiento, finalidades educativas y contexto (Boom-Muilenburg, 2024).

El recorrido desarrollado en este capítulo cierra la primera parte de la obra. Los tres primeros capítulos han permitido establecer una concepción de la enseñanza como práctica profesional, analizar la complejidad del aprendizaje y situar la didáctica como campo encargado de estudiar y fundamentar las decisiones que relacionan ambos procesos. A partir de este marco común, corresponde examinar cómo estas relaciones adquieren configuraciones particulares dentro de diferentes campos de conocimiento. El siguiente capítulo inicia este recorrido desde la enseñanza de la Matemática (Georgiou, 2023).

CAPÍTULO IV

ENSEÑAR MATEMÁTICA: RAZONAMIENTO, REPRESENTACIÓN Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

CASA EDITORA DEL POLO

La comprensión de las operaciones matemáticas desempeña un papel fundamental en la Educación General Básica, ya que permite a los estudiantes construir un significado duradero que trasciende la ejecución mecánica de algoritmos. La resolución de problemas se ha identificado como una de las estrategias más eficaces para fortalecer dicha comprensión. A lo largo del tiempo, la enseñanza de las matemáticas en este nivel educativo ha enfrentado desafíos persistentes: los estudiantes a menudo no logran ejecutar correctamente los algoritmos de las cuatro operaciones básicas ni comprenden el sentido de sus acciones al sumar, restar, multiplicar o dividir. Desde esta perspectiva, existe una distinción clara entre la fluidez procedimental y la comprensión conceptual tal como se ha documentado reiteradamente en la literatura internacional, lo que pone de manifiesto que una enseñanza centrada exclusivamente en cálculos mecánicos conduce a un aprendizaje difícil de transferir y desconectado de la vida cotidiana de los estudiantes (Bognar, 2025).

Ante esta realidad, la resolución de problemas se ha consolidado como una estrategia de enseñanza que tiende un puente entre el conocimiento procedimental y el conceptual. Así, se destaca que, al enfrentarse a situaciones que requieren interpretación contextual, selección de operaciones adecuadas, ejecución de procedimientos y

evaluación de la razonabilidad de los resultados, los estudiantes pueden recurrir de manera más flexible a diversos tipos de conocimiento matemático, lo que potencia significativamente la eficacia de los ejercicios de práctica.

4.1. Naturaleza del conocimiento matemático

La Matemática constituye una forma particular de conocimiento caracterizada por el estudio de cantidades, relaciones, estructuras, formas, variaciones, patrones e incertidumbre. Aunque en determinados contextos escolares puede presentarse principalmente como un conjunto de reglas, operaciones y procedimientos, su naturaleza comprende procesos intelectuales mucho más amplios, entre ellos formular conjeturas, representar situaciones, establecer relaciones, generalizar, argumentar y justificar resultados (Stylianides , 2024).

Una particularidad del conocimiento matemático reside en su carácter abstracto. Los objetos matemáticos números, funciones, figuras geométricas, probabilidades o estructuras algebraicas no se encuentran disponibles mediante observación directa de la misma manera que determinados objetos físicos. Su comprensión requiere sistemas de representación que permitan expresar y operar con relaciones matemáticas. Por ello, símbolos, diagramas, tablas, gráficos y lenguaje verbal no constituyen únicamente formas de

comunicar conocimientos previamente construidos, sino medios mediante los cuales el propio pensamiento matemático puede desarrollarse (Rolfes, 2022).

La Matemática presenta también formas particulares de validación. Una afirmación no adquiere legitimidad matemática simplemente porque pueda verificarse en numerosos ejemplos. La argumentación y la demostración permiten establecer por qué una relación es válida bajo determinadas condiciones. La revisión sistemática, basada en 103 investigaciones sobre prueba y demostración en educación matemática, confirma que estas prácticas constituyen un ámbito central tanto en educación escolar como universitaria (Stylianides , 2024).

Estas características permiten distinguir entre conocer resultados matemáticos y comprender las relaciones mediante las cuales adquieren significado. Memorizar una fórmula puede permitir resolver determinadas tareas, pero comprenderla implica reconocer qué relaciones expresa, por qué funciona, bajo qué condiciones puede utilizarse y cómo se vincula con otras representaciones. La educación matemática enfrenta, por tanto, el desafío de articular conocimiento conceptual y procedimental sin considerarlos componentes opuestos (Rolfes, 2022).

La naturaleza del conocimiento matemático condiciona necesariamente su enseñanza. Si la Matemática se reduce a procedimientos, las prácticas educativas tenderán a privilegiar repetición y reproducción. Si se reconoce también como actividad de razonamiento, representación, resolución de problemas y argumentación, será necesario generar oportunidades para que los estudiantes participen progresivamente en estas prácticas (Santos-Trigo, 2024).

Figura 9: Conocimiento matemático.



Fuente: (Rojas, 2022)

4.2. Perspectivas contemporáneas de la educación matemática

La educación matemática se ha consolidado como un campo científico dedicado al estudio de los procesos mediante los cuales las personas enseñan, aprenden, representan y utilizan conocimientos matemáticos en diferentes contextos. Su desarrollo ha permitido superar la idea de que enseñar Matemática consiste únicamente en poseer conocimientos disciplinares y transmitirlos de manera organizada. Actualmente se reconocen dimensiones cognitivas, epistemológicas, didácticas, tecnológicas, afectivas y sociales vinculadas con el aprendizaje matemático (Santos-Trigo, 2024).

Durante el siglo XX diferentes perspectivas contribuyeron a esta transformación. Polya situó la resolución de problemas entre las actividades fundamentales del pensamiento matemático; Freudenthal concibió la Matemática como actividad humana vinculada con procesos de matematización; Brousseau estudió las condiciones didácticas bajo las cuales determinados conocimientos pueden emerger en situaciones educativas; y Duval profundizó en la importancia de los sistemas de representación para la comprensión matemática (Schenck & Nathan, 2024).

Estas contribuciones continúan siendo relevantes, pero las investigaciones contemporáneas han

ampliado considerablemente los problemas estudiados. Actualmente se investigan razonamiento y demostración, pensamiento algebraico temprano, sentido numérico, pensamiento espacial, alfabetización estadística, resolución y formulación de problemas, tecnologías digitales, pensamiento computacional, inteligencia artificial, afectividad y conocimiento profesional del docente, entre otros campos (Santos-Trigo, 2024).

Una transformación particularmente importante consiste en desplazar parte del interés desde la respuesta obtenida hacia los procesos matemáticos que permiten producirla. Una solución correcta constituye una evidencia importante del desempeño, pero no permite por sí sola establecer qué comprende el estudiante. También interesa analizar qué relaciones reconoció, qué representaciones utilizó, cómo justificó sus decisiones y si puede emplear ese conocimiento frente a situaciones diferentes (Stylianides , 2024).

Esta perspectiva tampoco implica restar importancia a procedimientos, algoritmos o fluidez matemática. Las investigaciones contemporáneas sugieren más bien la necesidad de establecer relaciones entre conocimientos conceptuales, procedimientos, representaciones y razonamiento. Enseñar Matemática implica proporcionar acceso tanto a resultados y técnicas como a las formas intelectuales

mediante las cuales dichos conocimientos pueden comprenderse y utilizarse (Santos-Trigo, 2024).

Figura 10: Perspectivas contemporáneas.



Fuente: (Rojas, 2022)

4.3. Construcción y desarrollo del pensamiento matemático

El pensamiento matemático comprende procesos mediante los cuales las personas identifican relaciones, reconocen estructuras, cuantifican, representan, generalizan regularidades, formulan conjeturas, argumentan y resuelven problemas. No constituye una capacidad única ni aparece solamente cuando se estudian contenidos formalmente avanzados. Diferentes manifestaciones del pensamiento matemático pueden comenzar

desde edades tempranas y transformarse progresivamente mediante experiencias educativas sistemáticas (Ruiz, 2024).

La investigación sobre desarrollo matemático temprano muestra que distintas habilidades numéricas construidas durante los primeros años mantienen relaciones con logros matemáticos posteriores. en una revisión sistemática y metaanálisis de 54 estudios longitudinales con 13 453 participantes, encontraron asociaciones significativas entre distintas habilidades matemáticas específicas evaluadas al inicio de la escolaridad y el rendimiento posterior. Sin embargo, la elevada variabilidad entre estudios impidió identificar una única habilidad como predictor universal del desarrollo matemático (Rolfes , 2022).

El pensamiento matemático se construye mediante una transición progresiva entre situaciones particulares y relaciones cada vez más generales. Esta progresión no significa abandonar representaciones concretas, visuales o contextuales cuando aumenta la complejidad matemática. Incluso conceptos avanzados pueden comprenderse mediante diagramas, gráficos, modelos y representaciones dinámicas que facilitan la exploración de estructuras y relaciones (Rolfes , 2022).

Por ejemplo, reconocer que 7 + 8 puede pensarse como 7 + 3 + 5 = 15 constituye algo más que

encontrar el resultado de una suma. El estudiante está descomponiendo un número y utilizando la estructura del sistema decimal para transformar el cálculo. De forma similar, observar que 19 × 6 puede obtenerse mediante 20 × 6 − 6 revela utilización de la propiedad distributiva antes de que esta sea necesariamente expresada mediante notación algebraica formal. Estos razonamientos muestran cómo las estructuras matemáticas pueden comenzar a construirse dentro de contenidos aparentemente elementales (Ruiz, 2024).

El desarrollo matemático tampoco sigue una trayectoria completamente lineal. Un estudiante puede resolver correctamente una operación y presentar dificultades para explicar por qué funciona; comprender una relación mediante un gráfico y no reconocerla en una expresión simbólica; o producir una generalización verbal sin conseguir todavía formalizarla algebraicamente. Las investigaciones sobre representaciones confirman precisamente que coordinar diferentes formas de expresión constituye una demanda cognitiva propia del aprendizaje matemático (Post & Prediger, 2024).

Por ello, el desarrollo del pensamiento matemático debe comprenderse como construcción progresiva de estructuras cada vez más relacionadas y flexibles. El objetivo educativo no consiste exclusivamente en aumentar la cantidad de contenidos conocidos,

sino en favorecer capacidades para establecer conexiones, identificar invariantes, representar situaciones y utilizar los conocimientos en contextos nuevos (Ruiz, 2024).

4.4. Razonamiento y resolución de problemas

El razonamiento constituye una dimensión central de la actividad matemática. Implica establecer relaciones, formular inferencias, reconocer patrones, generar conjeturas y justificar conclusiones. La investigación distingue diferentes formas de razonamiento y muestra que este no debe limitarse exclusivamente a la demostración formal; puede manifestarse mediante generalizaciones, argumentos, comparaciones, analogías y explicaciones progresivamente más estructuradas (Jeannotte & Kieran, 2022).

Argumentar constituye una expresión especialmente relevante de este pensamiento. Explicar por qué un procedimiento funciona obliga a trascender la obtención de una respuesta. Por ejemplo, establecer que la suma de dos números impares siempre es par requiere pasar de comprobar casos particulares —3 + 5, 7 + 9, 11 + 13— hacia reconocer una estructura general. Este tránsito entre ejemplo, conjetura y justificación constituye una práctica genuinamente matemática (Stylianides et al., 2024).

La resolución de problemas representa otro espacio privilegiado para desarrollar razonamiento. Desde la propuesta de Polya, se ha reconocido que resolver problemas implica comprender condiciones, explorar estrategias, ejecutar procedimientos y examinar resultados. La investigación contemporánea ha ampliado esta visión incorporando formulación de problemas, representaciones, tecnologías y procesos de investigación matemática (Santos-Trigo, 2024).

(Santos-Trigo2024) sostiene que las tendencias actuales otorgan especial relevancia a la relación entre formular y resolver problemas. Una situación puede transformarse matemáticamente cuando el estudiante modifica condiciones, construye nuevas preguntas o utiliza diferentes herramientas para explorar relaciones. La resolución de problemas deja así de entenderse únicamente como aplicación final de conocimientos y puede funcionar también como contexto para producirlos.

Una distinción fundamental debe establecerse entre problema y ejercicio. Resolver $3x + 5 = 20$ después de aprender un procedimiento específico puede constituir principalmente un ejercicio; en cambio, determinar diferentes dimensiones posibles de un rectángulo de perímetro fijo, analizar cómo cambia su área y explicar qué relación existe entre ambas magnitudes puede generar decisiones,

representaciones y conjeturas diferentes (Stylianides et al., 2024).

La enseñanza orientada hacia problemas no supone eliminar procedimientos ni explicaciones. Los estudiantes necesitan conocimientos disponibles para enfrentar situaciones nuevas. El desafío didáctico consiste en articular momentos de construcción conceptual, adquisición de procedimientos y utilización flexible de estos conocimientos frente a situaciones que requieren tomar decisiones matemáticas (Santos-Trigo, 2024).

4.5. Representaciones y comprensión matemática

Las representaciones desempeñan una función fundamental en Matemática porque permiten expresar relaciones y objetos abstractos. Una misma idea puede representarse mediante lenguaje verbal, símbolos, diagramas, tablas, gráficos o herramientas digitales. Cada sistema destaca determinados aspectos del objeto matemático y puede ocultar otros, por lo que comprender un concepto supone también aprender a interpretar y coordinar diferentes formas de representarlo (Duval, 2023).

Desde la perspectiva, una característica particular de la actividad matemática reside precisamente en el trabajo con representaciones semióticas.

La comprensión requiere no solamente operar dentro de una representación, sino también realizar conversiones entre registros diferentes. Esta capacidad resulta particularmente importante porque un estudiante puede dominar una representación y presentar dificultades para reconocer el mismo objeto cuando cambia su forma de expresión (Duval, 2023).

La investigación reciente confirma que utilizar representaciones múltiples no genera automáticamente comprensión.Al estudiar pensamiento funcional en estudiantes de séptimo grado, encontraron que la combinación de gráficos y tablas podía producir ventajas en determinados aspectos cualitativos del aprendizaje, pero no en todos los resultados. El efecto dependía de las características del conocimiento y del tipo de representación empleada (Rolfes, 2022).

Por ejemplo, la relación $y = 2x + 3$ puede aparecer mediante una expresión algebraica, una tabla de valores, una gráfica cartesiana o una descripción verbal. Comprender la función implica reconocer que estas formas representan una misma relación, pero también interpretar qué información hace especialmente visible cada una: la expresión muestra directamente parámetros, la tabla valores particulares y la gráfica comportamiento global (Duval, 2023).

(Post y Prediger, 2024) muestran, en el ámbito de la probabilidad condicional, que determinados estudiantes necesitan que el profesor explicite las conexiones entre representaciones en lugar de limitarse a colocarlas simultáneamente. Esta evidencia refuerza la idea de que la coordinación representacional constituye en sí misma un objeto de aprendizaje.

Por ello, enseñar mediante representaciones no consiste en aumentar indiscriminadamente el número de gráficos, tablas o dibujos. La cuestión fundamental reside en seleccionar representaciones que permitan revelar relaciones relevantes y favorecer procesos conscientes de traducción y conexión entre ellas (Post & Prediger, 2024).

4.6. Pensamiento numérico

El pensamiento numérico constituye mucho más que la capacidad para efectuar operaciones. Comprende la interpretación de cantidades, magnitudes y relaciones; la comprensión del sistema de numeración; el uso flexible de propiedades; la estimación; y la selección de estrategias adecuadas para diferentes situaciones. El concepto de sentido numérico intenta precisamente describir esta relación flexible y significativa con los números (Ghazali, 2021).

(Ghazali, 2021) mediante una revisión sistemática

sobre el sentido numérico durante la Educación Primaria, muestran que no existe una definición completamente uniforme del constructo. Sin embargo, identifican componentes recurrentes relacionados con magnitudes, relaciones entre números, operaciones, estimación y utilización flexible de estrategias. El pensamiento numérico, por tanto, no puede identificarse únicamente con precisión o rapidez en el cálculo.

Esta diferencia puede observarse mediante un ejemplo sencillo. Para calcular **48 + 27**, un estudiante puede aplicar correctamente el algoritmo convencional. Otro puede razonar 48 + 2 = 50 y posteriormente agregar 25, obteniendo 75. Un tercero puede descomponer 27 en 20 + 7 y operar 48 + 20 + 7. Los tres pueden obtener el mismo resultado, pero las estrategias informales revelan diferentes formas de utilizar relaciones numéricas y propiedades de las operaciones (Ruiz et al., 2024).

La estimación constituye otra manifestación importante. Frente a 198 × 51, reconocer antes de calcular que el resultado debe encontrarse aproximadamente alrededor de 10 000 proporciona una referencia para interpretar posteriormente el resultado exacto. Esta capacidad permite detectar errores y valorar la razonabilidad de una respuesta, algo que no puede garantizarse únicamente mediante ejecución algorítmica (Ghazali, 2021).

El pensamiento numérico implica también comprender cómo se amplían los sistemas numéricos. La introducción de fracciones modifica algunas intuiciones construidas con números naturales. Por ejemplo, mientras que entre dos números naturales consecutivos no existe otro natural, entre 1/2 y 3/4 pueden encontrarse infinitos números racionales. Asimismo, multiplicar no siempre produce un número mayor: 8 × 1/2 = 4. Estas situaciones exigen reorganizar conocimientos previamente válidos en dominios más restringidos (Ruiz, 2024).

La investigación longitudinal confirma que las competencias numéricas tempranas mantienen relaciones importantes con aprendizajes matemáticos posteriores, aunque no existe un único componente capaz de explicar el desarrollo global (Ruiz et al., 2024). Esto sugiere que la educación numérica necesita articular magnitud, simbolización, relaciones y operaciones en lugar de concentrarse exclusivamente en un indicador (Ruiz, 2024).

El pensamiento numérico posee, además, una relación profunda con el desarrollo algebraico. Reconocer que 23 + 18 puede transformarse en 23 + 20 − 2 implica utilizar propiedades estructurales que posteriormente pueden expresarse mediante lenguaje algebraico. De esta manera, la aritmética puede convertirse en un espacio para desarrollar pensamiento relacional y no únicamente cálculo

(Ghazali, 2021).

Por ello, enseñar números implica favorecer progresivamente una comprensión de qué representan, cómo se relacionan y cómo pueden transformarse, además de aprender procedimientos eficaces para operar con ellos. El pensamiento numérico constituye así una base desde la cual pueden desarrollarse formas cada vez más generales de razonamiento matemático (Ruiz, 2024).

4.7. Pensamiento algebraico

El pensamiento algebraico comprende la capacidad para reconocer relaciones, estructuras, regularidades y propiedades que pueden expresarse de manera general. Tradicionalmente, el álgebra escolar fue asociada con letras, ecuaciones y manipulación simbólica introducidas después de varios años de aritmética. La investigación contemporánea sobre ***early algebra*** ha cuestionado esta separación rígida y muestra que formas de pensamiento algebraico pueden comenzar a desarrollarse desde la Educación Primaria (Sibgatullin., 2022).

Pensar algebraicamente no equivale simplemente a introducir letras. Un estudiante puede manipular expresiones simbólicas sin comprender las relaciones que representan y, al mismo tiempo, puede producir generalizaciones genuinas mediante dibujos, palabras o tablas sin utilizar todavía lenguaje

algebraico convencional. La generalización constituye precisamente uno de los componentes centrales identificados por la investigación sobre pensamiento algebraico (Jamil, 2025).

***Figura* 11:** Pensamiento algebraico.



Fuente: (Rojas, 2022)

Considérese, por ejemplo, una sucesión de figuras construidas con cuadrados en la que la primera contiene 4 elementos, la segunda 7, la tercera 10 y la cuarta 13. Un estudiante puede inicialmente afirmar que "cada vez se agregan tres". Ese reconocimiento constituye una regularidad recursiva. Un nivel diferente de generalización aparece cuando relaciona directamente el número de la figura

con su cantidad de cuadrados y establece que para cualquier posición n la cantidad puede representarse mediante 3n + 1. El paso desde "sumar tres cada vez" hacia "3n + 1" representa un cambio importante desde razonamiento recursivo hacia razonamiento funcional (Sibgatullin., 2022).

El pensamiento algebraico incluye también pensamiento relacional. La igualdad 38 + 27 = 37 + 28 puede comprenderse sin efectuar ambas sumas si se reconoce que disminuir una unidad en un sumando y aumentarla en el otro mantiene constante la suma. Aquí el estudiante analiza la estructura de la igualdad y no solamente calcula resultados (Jamil, 2025).

El significado del signo igual constituye precisamente uno de los aspectos centrales de la transición entre aritmética y álgebra. Interpretarlo únicamente como una señal que indica "aquí viene la respuesta" puede generar dificultades frente a expresiones como 8 + 4 = □ + 5. Comprenderlo como relación de equivalencia permite reconocer que ambos miembros representan cantidades iguales y prepara el terreno para ecuaciones y transformaciones algebraicas (Sibgatullin., 2022).

Otro componente importante es la variable. La letra puede desempeñar funciones diferentes: representar un valor desconocido, una cantidad que cambia o un número general. En x + 5 = 12, x funciona como

incógnita; en y = 2x + 1, las variables expresan una relación funcional; mientras que en a + b = b + a, las letras representan números generales. Comprender estas diferencias constituye un componente esencial del pensamiento algebraico (Jamil, 2025).

La investigación reciente ha ampliado especialmente el estudio del pensamiento funcional y la generalización temprana , en una revisión sistemática de 17 estudios sobre conocimiento docente para enseñar álgebra temprana, identificaron una presencia importante del pensamiento funcional , mediante una revisión de 25 publicaciones recientes, muestran igualmente que las estrategias contemporáneas buscan articular dimensiones cognitivas, curriculares y pedagógicas para favorecer razonamiento algebraico (Pincheira y Alsina, 2023).

Las representaciones poseen una función decisiva en esta progresión. Tablas, patrones figurativos, lenguaje verbal, gráficos y expresiones simbólicas permiten observar aspectos diferentes de una relación. Muestran que trabajar con representaciones múltiples puede favorecer aspectos del pensamiento funcional, aunque las conexiones entre ellas requieren tiempo y orientación (Rolfes, 2022).

La enseñanza del álgebra debe comprenderse, en consecuencia, como desarrollo progresivo de capacidades para reconocer estructuras,

establecer relaciones, generalizar y simbolizar, y no simplemente como dominio de técnicas de manipulación literal. Desde esta perspectiva, aritmética y álgebra conforman una continuidad más que dos ámbitos completamente separados (Pincheira y Alsina, 2023).

4.8. Pensamiento geométrico y espacial

El pensamiento geométrico comprende formas de interpretar figuras, propiedades, posiciones, transformaciones y relaciones espaciales. Su desarrollo no puede reducirse al reconocimiento visual de formas ni a la memorización de fórmulas de perímetro, área o volumen. Implica observar, visualizar, construir, comparar, clasificar, transformar y justificar relaciones geométricas (Desai, 2022).

La geometría presenta una relación particular entre percepción y razonamiento. Una figura constituye un apoyo importante para explorar propiedades, pero aquello que parece verdadero visualmente no constituye necesariamente una demostración. El desarrollo del pensamiento geométrico supone avanzar desde el reconocimiento perceptivo hacia la utilización progresiva de propiedades y relaciones para explicar por qué una afirmación resulta válida (Schenck y Nathan ,2024).

Considérese un cuadrado. Un estudiante puede reconocerlo inicialmente porque "tiene forma de

cuadrado". Posteriormente puede identificar que posee cuatro lados iguales y cuatro ángulos rectos. Un nivel de razonamiento más estructural permite comprender que todo cuadrado cumple también las condiciones necesarias para ser rectángulo y rombo. La clasificación deja entonces de basarse exclusivamente en apariencia y comienza a organizarse mediante inclusión de propiedades (Desai, 2022).

Una situación semejante aparece con las transformaciones geométricas. Al rotar un triángulo, su posición y orientación cambian, pero las longitudes y los ángulos permanecen invariantes. Identificar qué cambia y qué permanece constante constituye una forma de razonamiento geométrico que conecta visualización con estructura matemática (Schenck y Nathan ,2024).

El pensamiento espacial comprende capacidades relacionadas con representar, imaginar y manipular mentalmente información espacial. uestran que existen asociaciones consistentes entre habilidades espaciales y rendimiento matemático, pero advierten también que el campo utiliza múltiples taxonomías y medidas, por lo que no resulta adecuado hablar de una única "habilidad espacial". Entre los procesos estudiados aparecen orientación espacial, rotación mental y visualización no rotacional (Schenck y Nathan ,2024).

Estas capacidades poseen relevancia en diferentes contenidos matemáticos. Imaginar cómo se forma un sólido al plegar una red bidimensional, interpretar vistas de un objeto tridimensional, reconocer una figura después de una rotación o anticipar el resultado de una transformación requieren formas de procesamiento espacial que pueden desarrollarse mediante experiencias específicas (Desai, 2022).

Las representaciones constituyen nuevamente un componente central. Al revisar investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de geometría, destacan la importancia de ofrecer oportunidades para traducir entre representaciones y establecer conexiones dentro de la propia geometría y con otros dominios matemáticos. Dibujos, construcciones, coordenadas, modelos físicos y representaciones dinámicas pueden contribuir de maneras diferentes (Desai, 2022).

Las tecnologías de geometría dinámica amplían especialmente las posibilidades de explorar invariantes. Cuando un estudiante arrastra un vértice de una construcción y observa que determinada propiedad permanece constante, puede generar una conjetura que posteriormente necesita justificar, mediante una revisión sistemática y metaanálisis, encontraron efectos positivos del aprendizaje de geometría apoyado en GeoGebra sobre la visualización espacial, aunque los resultados varían

según las características de las intervenciones (Suparman, 2024).

El valor de esta tecnología no reside únicamente en producir figuras más precisas. La posibilidad de modificar una configuración mientras se mantienen determinadas relaciones permite explorar familias completas de objetos en lugar de casos aislados. No obstante, observar que una propiedad permanece constante no equivale a demostrar por qué ocurre; visualización y argumentación deben complementarse (Desai, 2022).

En consecuencia, desarrollar pensamiento geométrico y espacial supone avanzar progresivamente desde ver formas hacia analizar relaciones, desde reconocer casos particulares hacia comprender propiedades y desde observar configuraciones hacia justificar sus invariantes (Suparman, 2024).

4.9. Pensamiento estadístico y probabilístico

La creciente presencia de datos en la ciencia, los medios de comunicación, la economía y la vida cotidiana ha ampliado considerablemente la importancia del pensamiento estadístico y probabilístico. Interpretar gráficos, comprender variabilidad, evaluar riesgos y valorar afirmaciones basadas en datos constituye actualmente una dimensión fundamental de la alfabetización

matemática y ciudadana (Schreiter, 2024).

El pensamiento estadístico presenta características diferentes de otros campos matemáticos porque la variabilidad ocupa una posición central. Los datos no son simplemente números disponibles para realizar operaciones: proceden de procesos de producción, medición o muestreo y adquieren significado dentro de un contexto. Interpretarlos requiere comprender qué representan, cómo fueron obtenidos y qué conclusiones permiten establecer (Schreiter, 2024).

Un ejemplo sencillo permite mostrar esta diferencia. Considérense dos grupos con calificaciones **6, 6, 6, 6, 6** y **2, 4, 6, 8, 10**. Ambos poseen una media de 6, pero describen realidades muy diferentes. Concentrarse exclusivamente en la media ocultaría completamente la diferencia en variabilidad. El pensamiento estadístico exige reconocer que una medida de tendencia central no describe por sí sola una distribución (Batanero & Álvarez-Arroyo, 2024).

La elección de representaciones puede modificar igualmente la interpretación. Un gráfico cuyo eje vertical comienza cerca de los valores observados puede hacer que pequeñas diferencias parezcan muy grandes. Interpretar críticamente gráficos implica, por tanto, examinar escalas, unidades, fuentes de datos y decisiones representacionales, y no únicamente leer valores (Batanero & Álvarez-Arroyo, 2024).

En una revisión sistemática de 42 estudios sobre alfabetización estadística y de datos en educación K–12, muestran la creciente importancia de estas capacidades y señalan también desafíos relacionados con el conocimiento y la formación del profesorado. La alfabetización de datos incorpora actualmente tareas que exceden los contenidos estadísticos escolares tradicionales (Schreiter, 2024).

El pensamiento probabilístico introduce una dificultad adicional: razonar sobre incertidumbre. Una probabilidad no afirma qué ocurrirá necesariamente en un caso particular, sino qué tan plausible resulta un evento dentro de determinadas condiciones. Esta distinción puede entrar en conflicto con intuiciones cotidianas y constituye una de las razones por las que probabilidad continúa siendo un campo activo de investigación (Batanero & Álvarez-Arroyo, 2024).

Por ejemplo, obtener cinco veces consecutivas "cara" al lanzar una moneda equilibrada no provoca que "sello" sea obligatorio en el siguiente lanzamiento. Cada lanzamiento mantiene una probabilidad de 1/2 bajo condiciones de independencia. La intuición de que una secuencia debe "compensarse" inmediatamente constituye una interpretación frecuente que permite observar la diferencia entre razonamiento intuitivo y probabilístico (Schreiter, 2024).

La probabilidad condicional introduce relaciones

todavía más complejas. Interpretar "probabilidad de A dado B" requiere distinguir claramente el conjunto de referencia. muestran que el uso de diferentes representaciones lenguaje, fracciones, modelos visuales puede favorecer la comprensión, pero algunos estudiantes necesitan que las conexiones entre ellas sean explicitadas cuidadosamente (Post y Prediger, 2024).

Estadística y probabilidad comparten además una fuerte dimensión interdisciplinar. Analizar evolución de temperaturas, incidencia de enfermedades, movimientos poblacionales, encuestas electorales o indicadores socioeconómicos requiere utilizar datos dentro de contextos científicos y sociales. Esta característica convierte el pensamiento estadístico-probabilístico en uno de los puentes más naturales entre Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (Schreiter, 2024).

Por ello, su enseñanza no debería limitarse a fórmulas y procedimientos. Desarrollar pensamiento estadístico y probabilístico supone aprender a formular preguntas, interpretar datos, reconocer variabilidad, evaluar incertidumbre y construir conclusiones proporcionales a la evidencia disponible (Batanero & Álvarez-Arroyo, 2024; Schreiter et al., 2024).

4.10. Errores, obstáculos y dificultades en el aprendizaje matemático

Los errores forman parte del proceso de construcción del conocimiento matemático y pueden proporcionar información relevante acerca de las formas de razonamiento de los estudiantes. Una respuesta incorrecta puede originarse en dificultades de cálculo, comprensión conceptual, interpretación del lenguaje, coordinación de representaciones o generalización inapropiada de conocimientos anteriores (Cipora, 2022).

Una dificultad particularmente importante surge cuando conocimientos válidos en un dominio son extendidos hacia otro en el que dejan de funcionar. El estudiante que piensa que multiplicar siempre produce un número mayor puede haber construido esta regularidad trabajando durante años con números naturales. La dificultad aparece cuando intenta aplicar el mismo principio a fracciones o números comprendidos entre cero y uno (Suparman, 2024).

Figura 12: Errores, obstáculos y dificultades en el aprendizaje matemático.



Fuente: (Rojas, 2022)

Algo semejante ocurre en álgebra. Interpretar el signo igual exclusivamente como una instrucción para calcular puede funcionar durante numerosos ejercicios aritméticos, pero genera dificultades cuando aparecen ecuaciones o igualdades con operaciones en ambos miembros. El error permite entonces identificar una estructura conceptual que necesita reorganizarse (Cipora, 2022).

Las dificultades matemáticas presentan también dimensiones afectivas. La ansiedad matemática constituye un fenómeno ampliamente documentado y relacionado con experiencias, expectativas y desempeño.Sin embargo, que todavía existen problemas conceptuales y metodológicos en su definición, medición y estimación de prevalencia, por lo que no resulta adecuado utilizarla como explicación genérica para cualquier dificultad (Suparman,2024).

El análisis de errores debe evitar igualmente interpretaciones deficitarias del estudiante. Una respuesta equivocada no permite concluir automáticamente falta de capacidad. Comprender la lógica que produjo esa respuesta ofrece información mucho más valiosa para interpretar el estado del conocimiento y las relaciones que necesitan ser reconstruidas (Suparman,2024).

En consecuencia, las dificultades en Matemática deben analizarse articulando dimensiones disciplinares, cognitivas, didácticas y afectivas. El error posee valor cuando permite comprender el razonamiento que lo produce y orientar nuevas oportunidades de construcción conceptual (Cipora, 2022).

4.11. Tecnología y educación matemática

La Matemática ha mantenido históricamente una relación estrecha con instrumentos de representación y cálculo. Desde reglas, compases y tablas numéricas hasta calculadoras, hojas de cálculo, sistemas algebraicos computacionales y entornos de geometría dinámica, las herramientas han modificado las formas mediante las cuales determinadas actividades matemáticas pueden desarrollarse (Yohannes y Chen,2023).

GeoGebra constituye uno de los ejemplos más extendidos de esta transformación., mediante

una revisión de publicaciones entre 2010 y 2020, encontraron que su utilización investigada se concentraba especialmente en geometría y análisis y que buena parte de los estudios examinaba rendimiento, pensamiento de orden superior, actitudes y percepciones (Suparman,2024).

La posibilidad de modificar parámetros y observar simultáneamente cambios en diferentes representaciones puede favorecer exploración y formulación de conjeturas. Una función cuadrática, por ejemplo, puede analizarse modificando coeficientes y observando dinámicamente cambios en posición, apertura o vértice de la parábola. La tecnología permite explorar numerosas configuraciones en un intervalo de tiempo que sería difícil reproducir manualmente (Yohannes y Chen,2023).

En geometría, los efectos pueden extenderse hacia capacidades espaciales, se encontraron, mediante metaanálisis, efectos favorables de experiencias de geometría apoyadas en GeoGebra sobre la visualización espacial. Sin embargo, la tecnología no elimina la necesidad de construir explicaciones matemáticas sobre las relaciones observadas (Suparman,2024).

Otra línea contemporánea corresponde a la integración del pensamiento computacional. Se revisaron 24 estudios sobre integración de

pensamiento computacional y Matemática en contextos K–12 y encontraron relaciones especialmente relevantes con álgebra y geometría. Programar puede requerir expresar relaciones matemáticas mediante secuencias, variables, condiciones y procesos iterativos, estableciendo nuevos puentes entre representación matemática y ejecución computacional (Ye, 2023).

La inteligencia artificial amplía todavía más estas posibilidades. La revisión sistemática basada en 57 publicaciones, muestra un crecimiento de investigaciones acerca de IA en enseñanza y aprendizaje matemático y presta particular atención a la relación entre las funciones asumidas por los sistemas y las responsabilidades del profesor (Yoon y Kwon, 2024).

La disponibilidad de sistemas capaces de producir soluciones plantea, además, un problema epistemológico interesante. Si una herramienta puede obtener rápidamente la respuesta de una ecuación, derivada o problema, el valor educativo debe desplazarse progresivamente hacia interpretar el procedimiento, evaluar su validez, comparar estrategias y comprender las relaciones utilizadas. La automatización del cálculo no elimina la necesidad de pensamiento matemático; modifica qué aspectos requieren mayor atención (Ye, 2023).

Por ello, la cuestión educativa no consiste en decidir

entre Matemática con tecnología o sin ella. El problema consiste en determinar qué actividades pueden delegarse a una herramienta, cuáles deben mantenerse como conocimiento del estudiante y qué nuevas formas de razonamiento pueden desarrollarse gracias a las posibilidades tecnológicas (Yoon & Kwon, 2024).

4.12. Continuidades y profundización de la Matemática hacia el Bachillerato

La transición desde Educación General Básica hacia Bachillerato no debería representar una ruptura entre dos formas completamente diferentes de Matemática. Los conocimientos construidos durante la escolaridad básica constituyen fundamentos para formas progresivamente más abstractas de razonamiento algebraico, funcional, geométrico, estadístico y probabilístico (Pincheira & Alsina, 2022).

En el ámbito algebraico, comprender equivalencia, variable, generalización y relaciones funcionales constituye una base para el estudio posterior de funciones y expresiones de mayor complejidad. Las investigaciones sobre álgebra temprana confirman precisamente que estas formas de pensamiento pueden comenzar a desarrollarse antes de la introducción formal del simbolismo algebraico avanzado (Sibgatullin et al., 2022).

Una continuidad semejante aparece en geometría.

Visualización, transformaciones, construcción y análisis de propiedades pueden progresar hacia trigonometría, geometría analítica y estudio de relaciones mediante coordenadas. Si durante Educación Básica la geometría se reduce a reconocer figuras y memorizar fórmulas, se debilitan las estructuras conceptuales necesarias para esta profundización (Pincheira & Alsina, 2022).

En estadística y probabilidad, la progresión implica avanzar desde organización e interpretación básica de datos hacia comprensión de variabilidad, distribuciones, asociaciones e incertidumbre. La creciente relevancia social de datos convierte esta continuidad en un componente fundamental de la formación matemática contemporánea (Batanero & Álvarez-Arroyo, 2024).

El Bachillerato introduce también mayores niveles de formalización. Sin embargo, formalizar no debería significar abandonar comprensión y significado. El simbolismo adquiere mayor complejidad precisamente porque permite expresar relaciones más generales. Mantener conexiones entre representaciones, problemas y estructuras resulta esencial para evitar que la abstracción se convierta en manipulación descontextualizada (Schreiter, 2024).

Por ello, la presente obra no pretende desarrollar contenidos específicos de Bachillerato como

un bloque independiente. Interesa destacar las continuidades mediante las cuales los pensamientos numérico, algebraico, geométrico y estadístico-probabilístico construidos durante Educación Básica pueden profundizarse posteriormente (Batanero & Álvarez-Arroyo, 2024).

4.13. Tendencias contemporáneas de investigación en educación matemática

La investigación contemporánea en educación matemática presenta una creciente diversidad temática y metodológica. Junto con áreas históricas como resolución de problemas, álgebra, geometría y formación docente, han adquirido especial importancia alfabetización de datos, pensamiento computacional, tecnologías digitales, inteligencia artificial, dimensiones afectivas y relaciones entre pensamiento espacial y Matemática (Santos-Trigo, 2024).

La resolución de problemas continúa ocupando un lugar fundamental. Identifica una tendencia hacia comprenderla conjuntamente con la formulación de problemas, la exploración, las representaciones y el uso de herramientas digitales. Esta evolución desplaza el interés desde una secuencia rígida de pasos hacia prácticas matemáticas más amplias (Santos-Trigo, 2024).

La argumentación y la demostración constituyen otra línea consolidada. La revisión de muestra una investigación amplia desde niveles escolares hasta universitarios y señala la importancia de estudiar conjuntamente estudiantes, docentes, contenidos e interacciones vinculadas con la prueba matemática (Stylianides, 2024).

El pensamiento algebraico temprano representa igualmente una tendencia significativa. Muestran un creciente interés por generalización, pensamiento funcional, razonamiento relacional y estrategias de enseñanza que permitan desarrollar estos procesos antes de la formalización algebraica tradicional (Jamil, 2025).

El pensamiento espacial ha adquirido mayor visibilidad por sus relaciones con Matemática y otras áreas STEM. Confirman la relevancia de esta relación, pero advierten que todavía existen importantes problemas conceptuales y metodológicos relacionados con la diversidad de definiciones e instrumentos utilizados (Schenck y Nathan, 2024).

La alfabetización estadística y de datos constituye otro campo en expansión. Se destacan que las nuevas demandas asociadas con interpretación y producción de datos requieren también fortalecer el conocimiento del profesorado. La educación estadística se desplaza progresivamente desde el cálculo de estadísticos hacia razonamiento sobre

información y evidencia (Schreiter, 2024).

La integración tecnológica atraviesa prácticamente todos estos campos. GeoGebra, programación, sistemas adaptativos e inteligencia artificial modifican las herramientas mediante las cuales pueden formularse, representarse y resolver problemas matemáticos (Yoon & Kwon, 2024).

Estas tendencias muestran que la educación matemática contemporánea se interesa cada vez menos por determinar una única metodología de enseñanza y cada vez más por comprender cómo se construyen diferentes formas de pensamiento matemático, qué conocimientos profesionales permiten favorecerlas y qué condiciones facilitan su desarrollo(Schreiter, 2024).

Desde esta perspectiva, la experiencia docente adquiere valor cuando permite identificar fenómenos que posteriormente pueden ser interrogados mediante investigación. Los errores observados durante años, las dificultades recurrentes en álgebra o geometría, los cambios producidos por herramientas tecnológicas o las diferentes maneras mediante las cuales los estudiantes razonan constituyen puntos de partida para la reflexión, pero no evidencia científica por sí mismos (Yoon & Kwon, 2024).

En conjunto, este capítulo permite comprender la educación matemática como un campo orientado hacia el desarrollo progresivo de capacidades para cuantificar, relacionar, generalizar, visualizar, representar, argumentar, resolver problemas e interpretar incertidumbre. Estos procesos poseen características propias, pero mantienen relaciones que permiten hablar de un pensamiento matemático progresivamente integrado (Schreiter, 2024).

El capítulo siguiente traslada esta pregunta hacia un campo epistemológicamente diferente. Mientras la Matemática construye sus objetos y formas de validación mediante relaciones y sistemas deductivos específicos, las Ciencias Naturales articulan observación, experimentación, modelos, evidencia y explicación de los fenómenos del mundo natural (Schreiter, 2024).

CAPÍTULO V

ENSEÑAR CIENCIAS NATURALES: INDAGACIÓN, EVIDENCIA Y COMPRENSIÓN DEL MUNDO NATURAL

CASA EDITORA DEL POLO

La educación científica contemporánea se enfrenta al urgente reto de ir más allá de las prácticas tradicionales centradas en la transmisión unidireccional de contenidos y avanzar hacia metodologías que fomenten el pensamiento crítico, el razonamiento y la construcción activa del conocimiento. En un mundo caracterizado por la sobreabundancia de información, el pensamiento crítico se convierte en una habilidad esencial que permite al alumnado analizar problemas complejos, evaluar la evidencia y tomar decisiones informadas. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que los enfoques pedagógicos dominantes en la enseñanza de las ciencias naturales aún priorizan el aprendizaje memorístico y la reproducción de conceptos, en detrimento del desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior (Escobar Domínguez, 2024).

En este contexto, la indagación científica surge como un enfoque metodológico transformador que busca situar al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje, fomentando el planteamiento de preguntas, la resolución de problemas, la exploración activa y la reflexión crítica. Mediante esta estrategia, los estudiantes participan en procesos análogos a los que llevan a cabo los científicos, lo cual contribuye a una comprensión profunda de los contenidos disciplinares y estimula habilidades clave como la observación, la argumentación

basada en evidencias, el razonamiento lógico y la metacognición (Cabezas Caicedo, 2024).

Entre los principales desafíos se encuentran la falta de formación inicial y continua del profesorado en metodologías basadas en la indagación, las limitaciones curriculares que exigen abordar los contenidos en plazos de tiempo reducidos, la carencia de materiales y recursos adecuados, y las concepciones tradicionales que aún persisten en la cultura escolar (Pacheco y Hernández Barbosa, 2024).

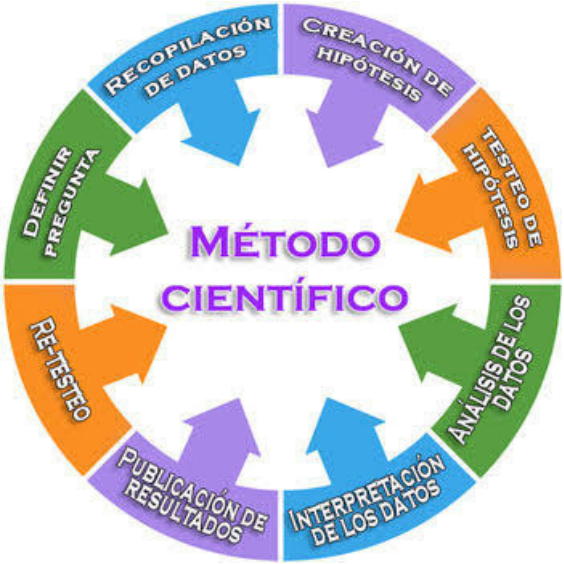
5.1. Naturaleza del conocimiento científico

Las Ciencias Naturales constituyen un conjunto de disciplinas orientadas a describir, explicar y comprender fenómenos del mundo natural mediante procesos sistemáticos de observación, construcción de modelos, contrastación de hipótesis, experimentación y análisis de evidencia. Física, Química, Biología, Ciencias de la Tierra y Astronomía poseen objetos y métodos particulares, pero comparten formas de producción y validación del conocimiento que permiten diferenciarlas de otras maneras de interpretar la realidad (Lederman & Lederman, 2025).

.El conocimiento científico no debe comprenderse como una colección definitiva de hechos. Las explicaciones científicas se construyen a partir de la

evidencia disponible y permanecen abiertas a revisión cuando aparecen nuevos datos, procedimientos o marcos conceptuales. Este carácter revisable no significa que todas las afirmaciones científicas posean el mismo nivel de incertidumbre. Algunas explicaciones cuentan con cuerpos muy amplios de evidencia y elevados niveles de consenso científico, mientras que otras cuestiones continúan sometidas a investigación y discusión (Lederman & Lederman, 2025).

Figura 13: Naturaleza del conocimiento científico.



Fuente: (Rojas, 2022)

Comprender la naturaleza de la ciencia implica distinguir entre los conocimientos producidos mediante la actividad científica y los procedimientos y criterios empleados para construirlos y justificarlos. Destacan precisamente la necesidad de diferenciar el conocimiento científico de las prácticas de indagación mediante las cuales este se produce. Conocer una explicación científica no equivale necesariamente a comprender cómo fue construida ni por qué puede considerarse confiable (Lederman & Lederman, 2025).

Esta diferenciación aparece también en el marco de Ciencias , que distingue conocimiento de contenido, conocimiento procedimental y conocimiento epistémico. El primero comprende conceptos, principios, leyes y teorías; el segundo se relaciona con los procedimientos empleados para obtener datos y evidencia; mientras que el tercero comprende las razones por las cuales determinadas prácticas y criterios permiten justificar afirmaciones científicas (Pacheco y Hernández Barbosa, 2024).

Un ejemplo permite observar estas diferencias. Saber que las plantas realizan fotosíntesis corresponde al conocimiento de contenido. Comprender cómo podría diseñarse una investigación para analizar el efecto de distintas condiciones de iluminación sobre este proceso implica conocimiento procedimental. Analizar qué conclusiones pueden sostenerse a

partir de los resultados obtenidos, reconocer posibles variables intervinientes y determinar los límites de la explicación requiere conocimiento epistémico (Lederman & Lederman, 2025).

La actividad científica tampoco puede reducirse a una secuencia universal de pasos denominada "método científico". Dependiendo del problema estudiado, la ciencia puede utilizar experimentación controlada, observación sistemática, comparación, modelización, simulación, análisis histórico o procesamiento de grandes conjuntos de datos. No existe, por tanto, un único procedimiento aplicable indistintamente a todas las investigaciones científicas (Pacheco y Hernández Barbosa, 2024).

Esta consideración resulta particularmente importante para la enseñanza. Presentar la ciencia mediante una secuencia rígida de pasos puede generar una representación simplificada de cómo se construye realmente el conocimiento. La investigación científica implica decisiones, reformulaciones, interpretación de evidencia y revisión de explicaciones (Lederman & Lederman, 2025).

En consecuencia, enseñar Ciencias Naturales supone proporcionar acceso tanto a los conocimientos producidos por la ciencia como a las formas de pensamiento mediante las cuales esos conocimientos se construyen, evalúan y revisan.

Esta perspectiva constituye el punto de partida para comprender la alfabetización científica y las diferentes prácticas analizadas en este capítulo (Pacheco y Hernández Barbosa, 2024).

5.2. Ciencias Naturales y alfabetización científica

La presencia de las Ciencias Naturales en la educación escolar no puede justificarse únicamente por la preparación de futuros científicos. Todas las personas necesitan conocimientos y criterios que les permitan interpretar fenómenos relacionados con salud, ambiente, tecnología, energía, alimentación, biodiversidad y otros problemas que influyen en sus decisiones personales y colectivas. Esta finalidad se encuentra estrechamente vinculada con el concepto de alfabetización científica (Lederman., 2025).

La alfabetización científica supera la capacidad para recordar terminología o reproducir explicaciones. Implica utilizar conocimientos científicos para interpretar situaciones, analizar evidencia, comprender argumentos, evaluar información y participar de manera informada en decisiones relacionadas con ciencia y tecnología. El marco PISA enfatiza precisamente capacidades relacionadas con explicar fenómenos científicamente, construir y evaluar investigaciones, interpretar críticamente datos y evidencia y utilizar información científica

para tomar decisiones (OECD, 2025).

Esta ampliación resulta especialmente pertinente en sociedades caracterizadas por una circulación creciente de información y desinformación. Las personas se encuentran continuamente expuestas a afirmaciones acerca de vacunas, alimentación, contaminación, cambio climático, productos tecnológicos o tratamientos relacionados con la salud. La alfabetización científica requiere desarrollar criterios para distinguir entre afirmaciones respaldadas por evidencia y aquellas que carecen de sustento suficiente (Lederman., 2025).

Por ejemplo, interpretar la afirmación de que determinado alimento "fortalece el sistema inmunológico" exige algo más que conocer las funciones básicas del sistema inmune. Resulta necesario preguntar qué evidencia respalda la afirmación, qué tipo de investigación se realizó, con qué población, frente a qué comparación, qué variables fueron controladas y qué magnitud presenta el efecto encontrado. La alfabetización científica relaciona, de este modo, conocimiento conceptual y criterios para valorar evidencia (Busch y Rajwade,2024).

Amplían esta discusión al señalar que la alfabetización científica no debe analizarse exclusivamente como una característica individual. Su revisión sistemática y consulta a expertos muestran que también puede

construirse colectivamente en comunidades, mediante recursos, interacciones, actores y contextos que permiten comprender y responder a cuestiones relacionadas con ciencia (Lederman., 2025).

Esta dimensión colectiva resulta particularmente visible en problemas ambientales. La calidad del agua, la contaminación atmosférica, la pérdida de biodiversidad o los efectos del cambio climático requieren que diferentes actores interpreten conocimientos científicos, confronten perspectivas y adopten decisiones que exceden las posibilidades de un individuo aislado (Busch y Rajwade,2024).

La alfabetización científica puede entenderse, por tanto, como parte de una formación cultural y ciudadana. Conocer ciencia permite aproximarse a uno de los principales sistemas de producción de conocimiento desarrollados por la humanidad, pero también proporciona instrumentos para interpretar críticamente problemas que afectan la vida cotidiana y las decisiones sociales (Lederman., 2025).

Esto no significa que todos los ciudadanos deban convertirse en especialistas. El propósito consiste en desarrollar conocimientos y criterios suficientes para comprender ideas científicas fundamentales, reconocer cómo se construye conocimiento confiable y utilizarlo de forma crítica en situaciones

relevantes. Desde esta perspectiva, los contenidos científicos y las prácticas de indagación constituyen dimensiones complementarias (Busch y Rajwade, 2024).

5.3. Pensamiento científico y construcción del conocimiento

El pensamiento científico comprende procesos mediante los cuales se formulan preguntas, se establecen relaciones entre variables, se producen hipótesis, se interpretan datos, se construyen explicaciones y se evalúa la correspondencia entre afirmaciones y evidencia. Estas capacidades no aparecen automáticamente como consecuencia de memorizar conceptos científicos, sino que necesitan desarrollarse mediante experiencias educativas sistemáticas (OECD, 2025).

Una característica fundamental del razonamiento científico consiste en distinguir observación e interpretación. Dos personas pueden observar un mismo fenómeno y construir explicaciones diferentes dependiendo de sus conocimientos previos y de los modelos utilizados para interpretarlo. La observación científica no es completamente independiente de la teoría, pues aquello que se considera relevante depende también de las preguntas formuladas (Busch y Rajwade,2024).

Considérese una planta que permanece durante varios días en condiciones de iluminación insuficiente. Registrar que sus hojas cambian progresivamente de color constituye una observación. Explicar esta modificación mediante procesos relacionados con pigmentos, condiciones ambientales y funcionamiento fotosintético implica una interpretación construida mediante conocimientos científicos. Diferenciar aquello que se observa de aquello que se infiere representa una dimensión importante del pensamiento científico (OECD, 2025).

Otra capacidad fundamental consiste en reconocer que asociación y causalidad no son equivalentes. Observar que dos fenómenos ocurren simultáneamente no permite concluir necesariamente que uno produce el otro. Establecer relaciones causales exige considerar mecanismos posibles, comparaciones, diseños apropiados y otras fuentes de evidencia (OECD, 2025).

Esta distinción posee particular importancia en sociedades donde gráficos, estadísticas y afirmaciones científicas circulan continuamente mediante medios digitales. Una correlación entre dos variables puede utilizarse incorrectamente para establecer conclusiones causales que los datos no permiten sostener. La alfabetización científica requiere aprender a reconocer estos límites (Busch

y Rajwade,2024).

El pensamiento científico implica igualmente comprender sistemas. Numerosos fenómenos naturales no pueden explicarse mediante una relación lineal entre una única causa y un único efecto. Ecosistemas, organismos, clima y ciclos biogeoquímicos contienen múltiples componentes interdependientes cuyas interacciones producen comportamientos globales (OECD, 2025).

Al revisar la investigación sobre pensamiento sistémico en educación científica, identifican un crecimiento progresivo de esta línea y una presencia importante de estudios relacionados con ecosistemas. Comprender sistemas exige analizar componentes, interacciones, retroalimentaciones y modificaciones producidas a diferentes escalas (Budak y Ceyhan, 2024).

Por ejemplo, explicar la disminución de una población animal en un ecosistema no debería conducir inmediatamente a buscar una única causa. Cambios en disponibilidad de alimento, depredación, enfermedades, modificaciones del hábitat, actividad humana o condiciones climáticas pueden interactuar simultáneamente (Busch y Rajwade,2024).

Pensar científicamente supone, por tanto, desplazarse progresivamente entre observación,

representación, explicación, modelización y evidencia. El propósito educativo no consiste en reproducir de manera simplificada el trabajo de científicos profesionales, sino en desarrollar formas de razonamiento que permitan comprender cómo se construyen y evalúan explicaciones sobre el mundo natural (Busch y Rajwade,2024).

5.4 Observación, experimentación e indagación

La experimentación ocupan un lugar histórico en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Sin embargo, realizar una experiencia práctica no garantiza automáticamente comprensión científica. Una actividad puede convertirse en simple ejecución de instrucciones cuando el estudiante desconoce qué pregunta intenta responder, qué variables resultan relevantes o cómo los resultados se relacionan con una explicación (Stråt, 2024).

La indagación intenta superar esta reducción al involucrar a los estudiantes en prácticas como formular preguntas, analizar fenómenos, diseñar procedimientos, obtener e interpretar datos y construir conclusiones. La revisión sistemática basada en 142 investigaciones, muestra que la educación científica basada en indagación comprende dimensiones conceptuales, procedimentales, epistémicas, sociales, pedagógicas y afectivas (Muhamad Dah, 2024).

No obstante, indagación no significa ausencia de orientación. , mediante una revisión sistemática sobre indagación abierta, muestran resultados favorables, pero también una considerable diversidad en las condiciones y efectos encontrados. Una mayor autonomía no constituye automáticamente una mejor experiencia de aprendizaje (Stråt, 2024).

Por ejemplo, investigar qué factores influyen sobre la velocidad de evaporación puede organizarse con distintos grados de apertura. En una experiencia altamente estructurada se especifican materiales, procedimientos y variables. En una indagación más abierta, los estudiantes deben decidir qué variable examinar, qué factores mantener constantes, cómo registrar los datos y qué criterios utilizar para compararlos(Muhamad Dah, 2024).

Las dos situaciones pueden incluir actividad experimental, pero demandan formas diferentes de razonamiento. El nivel de autonomía necesita relacionarse con los conocimientos disponibles y con la complejidad del problema. Una indagación abierta sin suficientes fundamentos conceptuales puede generar actividad sin producir necesariamente comprensión (Stråt, 2024).

La observación también requiere formación. Observar científicamente no consiste simplemente en mirar un fenómeno con atención. Implica seleccionar información pertinente y registrarla

mediante criterios relacionados con una pregunta. En el estudio de germinación, por ejemplo, afirmar que "la planta creció" proporciona menos información que registrar longitud, número de hojas, tiempo transcurrido y condiciones ambientales (Muhamad Dah, 2024).

La experimentación representa, además, solamente una de las formas de investigación científica. Muchos fenómenos no pueden reproducirse en condiciones experimentales controladas. La evolución de especies, la formación de cordilleras, determinados fenómenos astronómicos o procesos climáticos de larga duración requieren observación, comparación, modelización y reconstrucción de evidencia histórica (OECD, 2025).

En consecuencia, el valor de la indagación no se encuentra únicamente en hacer experimentos, sino en establecer relaciones entre preguntas, procedimientos, datos, evidencia y conclusiones. Esta conexión constituye uno de los fundamentos de la comprensión científica (Muhamad Dah, 2024).

5.5. Evidencia, explicación, argumentación y modelización científica

La ciencia no se limita a describir fenómenos; intenta construir explicaciones acerca de cómo y por qué ocurren. Una explicación científica relaciona observaciones, conceptos, modelos y principios

que permiten interpretar un fenómeno. Esto permite distinguirla de una simple descripción o de una afirmación sostenida exclusivamente por autoridad (Kulgemeyer & Geelan, 2024).

Distinguen particularmente la explicación científica de la explicación instruccional y de la argumentación. Mientras una explicación científica busca hacer comprensible un fenómeno mediante relaciones conceptuales, la explicación del profesor debe además adaptarse a los conocimientos y necesidades de quien aprende. La argumentación, por su parte, se orienta fundamentalmente hacia la justificación de afirmaciones (Kulgemeyer & Geelan, 2024).

La evidencia ocupa una posición central en esta relación. Sin embargo, ningún dato "habla por sí mismo". Los datos necesitan interpretarse mediante conceptos y modelos. Una variación de temperatura, masa, crecimiento o concentración adquiere significado científico cuando puede relacionarse razonadamente con una pregunta y con una posible explicación (Muhamad Dah, 2024).

La argumentación permite evaluar precisamente esta relación entre afirmaciones y evidencia. Argumentar científicamente implica defender una conclusión mediante razones y datos pertinentes, analizar interpretaciones alternativas y valorar los límites de las inferencias realizadas. muestran que

favorecer argumentación científica representa también un desafío significativo para la formación y el desarrollo profesional de los docentes (Wess, 2023).

Considérese una experiencia en la que una planta expuesta a mayor iluminación presenta mayor crecimiento que otra. Este resultado aislado no permite afirmar que "a mayor luz, mayor crecimiento" en cualquier condición. Resulta necesario considerar otras variables, número de observaciones, replicaciones y mecanismos biológicos plausibles. La fuerza de una conclusión necesita ser proporcional a la evidencia disponible (Wess, 2023).

La argumentación también puede contribuir a procesos de cambio conceptual, al revisar sistemáticamente investigaciones sobre argumentación científica, muestran su potencial para favorecer diferentes dimensiones de reorganización conceptual al permitir confrontar ideas, evidencia y explicaciones alternativas (Li, 2022).

Los modelos constituyen otra herramienta central del conocimiento científico. Un modelo representa determinados aspectos de un sistema con el propósito de describir, explicar o predecir su comportamiento. Puede adoptar formas físicas, gráficas, matemáticas, conceptuales o computacionales (Wess, 2023).

Un modelo de célula, por ejemplo, permite representar determinados orgánulos y relaciones espaciales, pero no reproduce literalmente la complejidad, escala ni dinamismo de una célula real. De manera semejante, un modelo del sistema solar modifica drásticamente tamaños y distancias para hacer posible su representación. Comprender científicamente un modelo supone reconocer tanto aquello que permite explicar como sus limitaciones (Li, 2022).

Mediante una revisión sistemática, muestran que la modelización puede contribuir a la comprensión de conceptos y procesos científicos, especialmente cuando estos resultan difíciles de observar directamente. Sin embargo, utilizar un modelo elaborado por otras personas y construir o revisar un modelo constituyen actividades intelectuales distintas (Valeeva, 2023).

Esta distinción ha adquirido particular relevancia en la formación docente, en una revisión sistemática de intervenciones dirigidas a futuros profesores de ciencias, muestran que enseñar acerca de modelos y modelización requiere conocimientos específicos y que los resultados dependen considerablemente del diseño de las experiencias formativas (Chan, 2025).

Explicación, argumentación y modelización constituyen, por tanto, prácticas relacionadas, pero

no equivalentes. Una explicación intenta hacer comprensible un fenómeno; un argumento justifica por qué determinada conclusión debería aceptarse; y un modelo representa aspectos relevantes de un sistema para describirlo, explicarlo o predecirlo (Li, 2022).

5.6. Enseñanza y comprensión de los fenómenos naturales

Los contenidos de Ciencias Naturales suelen organizarse curricularmente mediante conceptos y unidades temáticas, pero científicamente adquieren significado cuando permiten explicar fenómenos. Ideas como energía, fuerza, célula, ecosistema, adaptación o ciclo de la materia resultan relevantes porque permiten interpretar situaciones del mundo natural y no solamente porque formen parte de una clasificación disciplinar (Chan, 2025).

Esta perspectiva modifica la relación entre contenido y aprendizaje. Memorizar que la densidad corresponde a una relación entre masa y volumen no garantiza comprender por qué determinados objetos flotan, por qué sustancias con igual volumen pueden presentar masas distintas o por qué la densidad permite caracterizar materiales. El concepto adquiere mayor significado cuando se utiliza como herramienta explicativa (Valeeva, 2023).

Una enseñanza organizada alrededor de fenómenos puede articular diversos conocimientos. Explicar por qué un espejo se empaña después de una ducha exige relacionar temperatura, vapor de agua y cambios de estado. Analizar por qué determinados alimentos se deterioran más rápidamente fuera de refrigeración puede conectar temperatura, actividad de microorganismos y procesos metabólicos (Chan, 2025).

Otro ejemplo aparece al explicar por qué una cuchara metálica colocada dentro de una bebida caliente aumenta progresivamente su temperatura. La observación cotidiana puede conectarse con transferencia de energía térmica, propiedades de los materiales y equilibrio térmico. El fenómeno se convierte en un espacio para utilizar conceptos científicos (Valeeva, 2023).

Esta forma de organización no implica abandonar las estructuras disciplinares. Los fenómenos requieren conceptos rigurosos para ser comprendidos. Una contextualización superficial que evita desarrollar conocimientos científicos puede resultar tan limitada como una enseñanza exclusivamente terminológica (Chan, 2025).

Las representaciones también desempeñan una función fundamental. Diagramas, gráficos, esquemas, modelos moleculares y simulaciones permiten representar dimensiones de un fenómeno

que no pueden observarse directamente. Sin embargo, como ocurre con las representaciones matemáticas, utilizarlas no garantiza que el estudiante comprenda aquello que representan (Valeeva, 2023).

Comprender fenómenos naturales implica, por tanto, relacionar al menos tres dimensiones: aquello que puede observarse, los modelos conceptuales utilizados para interpretarlo y la evidencia mediante la cual se evalúan las explicaciones (Chan, 2025).

5.7. Materia, energía y transformaciones

Materia y energía constituyen conceptos organizadores fundamentales para comprender una amplia variedad de fenómenos físicos, químicos y biológicos. Su importancia radica precisamente en que permiten identificar relaciones entre procesos que podrían parecer independientes cuando se estudian de manera fragmentada (Valeeva, 2023).

Comprender la materia implica avanzar desde propiedades directamente observables hacia modelos capaces de explicar su estructura y transformaciones. Estados de agregación, cambios físicos, reacciones químicas y modelos corpusculares representan niveles progresivamente relacionados de interpretación (Budak & Ceyhan, 2024).

Considérese la diferencia entre hielo que se derrite y papel que se quema. En ambos casos existe

transformación observable, pero en el primero la sustancia mantiene su composición química y cambia de estado, mientras que en la combustión se generan nuevas sustancias. La apariencia de una transformación no permite, por sí sola, determinar su naturaleza (Valeeva, 2023).

El paso desde lo macroscópico hacia modelos microscópicos constituye uno de los desafíos de la enseñanza de estos fenómenos. El estudiante observa agua evaporarse, pero explicar el proceso requiere utilizar un modelo de partículas que no puede observar directamente. La representación científica conecta así niveles distintos de explicación (Budak & Ceyhan, 2024). El concepto de energía presenta dificultades semejantes porque en el lenguaje cotidiano puede utilizarse como sinónimo de fuerza, vitalidad o combustible. Científicamente, permite analizar cambios y transferencias dentro de sistemas y se encuentra vinculado con principios de conservación (Valeeva, 2023).

Por ejemplo, durante la caída de una pelota puede analizarse la transformación de energía potencial gravitatoria en energía cinética. En una bombilla pueden identificarse transferencias asociadas con energía eléctrica, radiación y calentamiento. Los fenómenos son diferentes, pero determinados principios permiten establecer relaciones entre ellos (Budak & Ceyhan, 2024).

Estas ideas adquieren todavía mayor profundidad cuando se analizan como sistemas. Identificar entradas, transformaciones, transferencias y salidas permite integrar fenómenos físicos, químicos y biológicos. El pensamiento sistémico contribuye precisamente a comprender relaciones que no resultan evidentes cuando los componentes se analizan de manera independiente (Budak & Ceyhan, 2024).

Materia y energía funcionan, por tanto, como conceptos transversales capaces de conectar diferentes niveles de las Ciencias Naturales. Su enseñanza adquiere mayor profundidad cuando permite explicar transformaciones y no solamente clasificar fenómenos o reproducir definiciones (Valeeva, 2023).

5.8. Vida, organismos y biodiversidad

El estudio de la vida constituye uno de los grandes ámbitos de las Ciencias Naturales y comprende niveles de organización que se extienden desde moléculas y células hasta organismos, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Comprender fenómenos biológicos exige establecer relaciones entre estos niveles y evitar presentarlos como estructuras completamente independientes. La célula representa una idea organizadora fundamental. Sin embargo, su enseñanza puede convertirse fácilmente en memorización de nombres

y estructuras. Reconocer núcleo, membrana o mitocondria no equivale necesariamente a comprender la célula como un sistema dinámico en el que materia, energía e información interactúan para sostener procesos vitales (Valeeva, 2023).

Una situación semejante aparece con la fotosíntesis. Memorizar una ecuación global no significa comprender el fenómeno. Su explicación exige relacionar energía lumínica, intercambio gaseoso, transformación de materia y producción de compuestos orgánicos. Estos procesos pueden conectarse posteriormente con crecimiento vegetal, relaciones tróficas y ciclos de materia en ecosistemas.La genética presenta igualmente importantes desafíos conceptuales. Expresiones cotidianas como "el gen de la inteligencia" o "el gen de una enfermedad" pueden favorecer representaciones excesivamente deterministas. Numerosas características dependen de interacciones complejas entre información genética, regulación, desarrollo y ambiente.La evolución constituye otro principio integrador fundamental de la Biología. Permite explicar tanto semejanzas como diversidad entre organismos. Sin embargo, algunas interpretaciones intuitivas atribuyen intenciones o necesidades a los procesos evolutivos (Budak & Ceyhan, 2024).

Por ejemplo, afirmar que las jirafas desarrollaron cuellos más largos "porque necesitaban alcanzar las hojas" atribuye al individuo un cambio dirigido por necesidad. La explicación evolutiva requiere pensar en variación heredable, diferencias en éxito reproductivo y cambios poblacionales producidos durante numerosas generaciones. Las concepciones alternativas en Biología pueden presentar una notable persistencia, en una revisión y metaanálisis de tres décadas de investigaciones sobre cambio conceptual, encontraron una presencia importante de estudios relacionados con evolución y fotosíntesis y efectos favorables de intervenciones diseñadas específicamente para favorecer reorganización conceptual (Aleknavičiūtė, 2023).

La biodiversidad permite integrar estos diferentes niveles. No consiste únicamente en contabilizar especies. Comprende variabilidad genética, diversidad de organismos, relaciones ecológicas y procesos evolutivos. Modificaciones en un componente pueden generar consecuencias en otros niveles del sistema. Por ejemplo, la desaparición de una especie polinizadora no afecta exclusivamente a esa población. Puede modificar reproducción vegetal, disponibilidad de alimentos y relaciones tróficas, mostrando cómo diferentes componentes de los ecosistemas se encuentran interconectados. La enseñanza de la vida necesita, por tanto, favorecer conexiones entre estructura y función,

organismo y ambiente, estabilidad y cambio, herencia y evolución. Esta perspectiva evita reducir la Biología a extensas listas de términos y permite comprenderla como explicación de sistemas vivos dinámicos (Valeeva, 2023).

5.9. Tierra, ambiente y sostenibilidad

Los sistemas terrestres representan uno de los ámbitos donde resulta más evidente la necesidad de pensamiento sistémico. Atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera mantienen interacciones permanentes que producen fenómenos a escalas temporales y espaciales muy diferentes. Comprender estas relaciones exige superar explicaciones exclusivamente lineales (Budak & Ceyhan, 2024).

El ciclo del agua constituye un ejemplo característico. Una representación escolar básica puede mostrar evaporación, condensación y precipitación mediante un conjunto de flechas. Una comprensión más profunda requiere relacionar energía solar, temperatura, vegetación, infiltración, escorrentía, almacenamiento subterráneo, relieve y actividad humana. Un modelo simplificado del ciclo resulta útil, pero no representa completamente el comportamiento del sistema. Comprenderlo implica progresivamente reconocer relaciones entre procesos que ocurren en diferentes escalas espaciales y temporales.

El cambio climático constituye una situación todavía más compleja. Comprenderlo exige distinguir clima y tiempo atmosférico, interpretar el efecto invernadero, analizar el ciclo del carbono y reconocer interacciones entre sistemas naturales y actividades humanas, en una revisión sistemática de 44 estudios sobre las ideas de los estudiantes acerca de los fundamentos científicos del cambio climático, encontraron una gran diversidad de interpretaciones, especialmente en relación con calentamiento global, efecto invernadero y ciclo del carbono. También identificaron una menor presencia de estudios relacionados con el funcionamiento global del sistema climático y con la naturaleza de la ciencia climática (Wildbichler,2025).

Figura 14: Tierra, ambiente y sostenibilidad.



Fuente: (Rojas, 2022)

Un ejemplo habitual de dificultad consiste en atribuir el calentamiento global principalmente al agujero de la capa de ozono. Ambos constituyen problemas ambientales relevantes, pero responden a mecanismos diferentes. Diferenciarlos requiere comprender procesos atmosféricos y evitar agrupar problemas ambientales bajo una explicación común. Esta dificultad muestra por qué la educación ambiental necesita sostenerse en conocimientos científicos sólidos. Preocupación ambiental y comprensión científica no son equivalentes. Una persona puede mostrar sensibilidad frente a un problema y mantener simultáneamente explicaciones incorrectas acerca de sus mecanismos. El marco PISA 2025 incorpora esta preocupación mediante una competencia relacionada con la acción en el Antropoceno, que integra comprensión de impactos humanos sobre sistemas terrestres, evaluación de evidencia, pensamiento sistémico y toma informada de decisiones (OECD, 2025).

La sostenibilidad introduce además una relación explícita entre Ciencias Naturales y dimensiones sociales. Disponibilidad de agua, contaminación, pérdida de biodiversidad o cambio climático no pueden comprenderse únicamente mediante conocimientos naturales porque involucran también economía, cultura, territorio y decisiones políticas. Sin embargo, reconocer su carácter interdisciplinario no disminuye la importancia del conocimiento científico.

Las Ciencias Naturales permiten comprender procesos físicos, químicos, biológicos y ambientales cuya interpretación constituye una condición indispensable para analizar las dimensiones sociales de estos problemas (Wildbichler,2025).

5.10. Concepciones alternativas y cambio conceptual

Los estudiantes llegan a las clases de Ciencias Naturales con explicaciones construidas a partir de experiencias cotidianas, lenguaje, medios de comunicación y aprendizajes anteriores. Algunas son compatibles con los modelos científicos; otras difieren significativamente de ellos. Estas formas de interpretación han sido estudiadas ampliamente mediante conceptos como ideas previas, concepciones alternativas o *misconceptions*. Las concepciones alternativas pueden presentar elevada estabilidad porque funcionan adecuadamente para interpretar determinadas experiencias cotidianas. Pensar que un objeto más pesado cae necesariamente más rápido, que las plantas obtienen su alimento principalmente del suelo o que las estaciones se producen porque la Tierra está más cerca o más lejos del Sol constituye ejemplos de explicaciones intuitivamente plausibles. Por esta razón, proporcionar simplemente la explicación científica correcta no garantiza que la interpretación previa desaparezca. Aprender

puede exigir reconocer los límites de una explicación existente, analizar nueva evidencia y reorganizar relaciones conceptuales (Pacaci, 2024).

Mediante un metaanálisis que integró 218 estudios con 18 051 estudiantes, encontró efectos positivos de diferentes estrategias orientadas al cambio conceptual en educación científica. El análisis incluyó intervenciones relacionadas con conflicto cognitivo, puentes cognitivos y cambios de categorías conceptuales, aunque también reveló una elevada heterogeneidad entre investigaciones. Estos resultados muestran que el cambio conceptual no responde a una única estrategia. La reorganización del conocimiento depende de las características de las concepciones existentes, de la naturaleza del contenido y de las oportunidades proporcionadas para contrastar explicaciones. En el ámbito de la Biología, encontraron también efectos favorables de las intervenciones de cambio conceptual, pero señalaron una limitación importante: numerosas investigaciones evaluaban principalmente adquisición de nuevos conocimientos y no necesariamente una transformación profunda de las concepciones iniciales (Aleknavičiūtė, 2023).

Esta distinción resulta fundamental. Un estudiante puede aprender a seleccionar la respuesta científicamente correcta en una evaluación y continuar utilizando una explicación intuitiva en

situaciones diferentes. La construcción conceptual necesita valorarse mediante la capacidad para utilizar nuevas explicaciones de manera consistente. La argumentación puede contribuir a esta reorganización cuando permite hacer explícitas ideas, contrastarlas con evidencia y analizar alternativas. Identifican precisamente potencial en la argumentación científica para promover diferentes dimensiones del cambio conceptual. Las concepciones alternativas no deberían interpretarse simplemente como déficits. Frecuentemente representan intentos coherentes de explicar fenómenos mediante conocimientos disponibles. Su valor para comprender el aprendizaje reside en mostrar qué relaciones necesitan ser reconsideradas y qué nuevas explicaciones deben construirse (Li, 2022).

5.11. Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente

El conocimiento científico se desarrolla dentro de sociedades y mantiene relaciones permanentes con tecnología, economía, ambiente, cultura y decisiones políticas. Reconocer estas interacciones constituye una dimensión fundamental de la educación científica contemporánea y permite superar una representación de la ciencia como actividad aislada de la realidad social. Los denominados problemas sociocientíficos expresan especialmente esta relación. Cambio climático,

producción energética, edición genética, vacunación, contaminación, conservación de biodiversidad o uso de determinados productos químicos contienen componentes científicos, pero también dimensiones sociales, económicas y éticas. En una revisión sistemática de 61 investigaciones sobre cuestiones sociocientíficas ambientales, encontraron que la argumentación y la toma de decisiones aparecen entre las capacidades educativas estudiadas con mayor frecuencia. El cambio climático fue el problema sociocientífico ambiental más abordado, seguido por cuestiones relacionadas con energía nuclear (Kumar, 2024).

Figura 15: Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.



Fuente: (Rojas, 2022)

Considérese, por ejemplo, la construcción de una central hidroeléctrica. Las Ciencias Naturales permiten analizar caudal, producción energética, transformaciones del ecosistema y posibles impactos ambientales. Sin embargo, decidir si debe construirse requiere considerar adicionalmente costos, necesidades energéticas, comunidades afectadas, territorio y alternativas disponibles. La evidencia científica informa la decisión, pero no determina automáticamente todos sus componentes. Esta diferencia resulta esencial para comprender la relación entre ciencia y sociedad: existen preguntas empíricas que pueden investigarse científicamente y decisiones que requieren además discutir valores, prioridades e intereses. La educación científica necesita evitar dos extremos. El primero consiste en utilizar un problema social únicamente como contexto superficial para presentar un contenido sin analizar su complejidad. El segundo consiste en representar una cuestión sociocientífica como si todas las afirmaciones tuvieran igual validez, ignorando diferencias sustanciales en la calidad de la evidencia disponible (Li, 2022).

La alfabetización científica requiere precisamente aprender a distinguir entre hechos, inferencias, incertidumbres, valores e intereses. Esta capacidad adquiere creciente relevancia frente a controversias que circulan mediante medios y redes sociales. La perspectiva ciencia-tecnología-sociedad-ambiente

permite, por tanto, relacionar conocimiento científico y ciudadanía sin disolver la identidad de las Ciencias Naturales. Las explicaciones sobre los procesos físicos, químicos y biológicos continúan siendo indispensables, aunque sus implicaciones puedan necesitar ser discutidas junto con otros campos del conocimiento. Esta relación prepara de manera natural el tránsito hacia los capítulos dedicados a interdisciplinariedad, donde problemas como agua, biodiversidad, cambio climático, alimentación o territorio serán examinados mediante aportes simultáneos de Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (Li, 2022).

5.12. De las ciencias naturales a la profundización disciplinar en bachillerato

La transición desde Educación General Básica hacia Bachillerato implica una progresiva diferenciación y formalización del conocimiento científico. Mientras en los primeros niveles las Ciencias Naturales suelen organizarse de manera integrada, posteriormente los estudiantes profundizan en campos como Física, Química y Biología. Esta diferenciación no debería significar fragmentación. Ideas construidas durante Educación Básica materia, energía, fuerza, célula, herencia, ecosistema, transformación y sistemas terrestres constituyen fundamentos sobre los cuales pueden desarrollarse modelos disciplinares progresivamente más sofisticados (OECD, 2025).

En Física, por ejemplo, las experiencias iniciales relacionadas con movimiento, fuerzas y energía pueden progresar hacia representaciones matemáticas, relaciones funcionales y modelos más formalizados. Comprender previamente que el movimiento puede describirse mediante posición, tiempo y cambio facilita posteriormente la construcción de conceptos cinemáticos. En Química, las propiedades y transformaciones de la materia pueden evolucionar desde observaciones macroscópicas hacia modelos de estructura atómica, enlace y relaciones cuantitativas. El desafío consiste en relacionar aquello que puede observarse con entidades y procesos que necesitan representarse mediante modelos (Kumar, 2024).

En Biología, estructuras y funciones desarrolladas inicialmente pueden profundizarse mediante genética, evolución, fisiología, ecología y biología celular. La comprensión de estos campos requiere integrar niveles de organización que fueron construidos progresivamente durante la escolaridad. La formalización científica introduce también representaciones especializadas. Ecuaciones, modelos moleculares, diagramas, gráficos y datos cuantitativos adquieren una presencia creciente. Esto fortalece las relaciones entre Ciencias Naturales y Matemática, especialmente cuando se analizan magnitudes, tasas de cambio, proporciones y relaciones entre variables (Kumar, 2024).

La profundización no debería reducirse, sin embargo, a aumentar la dificultad de los contenidos. El Bachillerato puede desarrollar también mayor comprensión epistémica: cómo se construyen modelos, qué diferencia existe entre dato y evidencia, cómo se evalúa un diseño experimental y cuáles son los límites de una conclusión. La presente obra no pretende desarrollar Física, Química o Biología como textos independientes. Su interés reside en mostrar cómo las formas de pensamiento científico construidas durante Educación Básica proporcionan fundamentos para esta posterior profundización disciplinar (Kumar, 2024).

5.13. Tendencias contemporáneas en educación científica

La investigación contemporánea en educación científica mantiene líneas históricas como indagación, comprensión conceptual y formación docente, pero ha ampliado considerablemente sus problemas hacia argumentación, modelización, pensamiento sistémico, cuestiones sociocientíficas, sostenibilidad, alfabetización científica y evaluación crítica de información. La indagación continúa ocupando una posición central. Sin embargo, las investigaciones actuales prestan mayor atención a sus diferentes niveles de apertura y a las formas de orientación necesarias, en su revisión de 142 estudios, muestran la diversidad de dimensiones asociadas

con la educación científica basada en indagación, mientras que evidencian que los efectos de la indagación abierta dependen considerablemente de las condiciones de implementación (Muhamad Dah, 2024).

La argumentación representa otra línea consolidada porque permite relacionar afirmaciones, razones y evidencia. muestran que su incorporación a las clases de ciencias requiere también conocimientos específicos por parte del profesorado y que el desarrollo profesional desempeña un papel importante para favorecer estas prácticas. La modelización ha adquirido igualmente una presencia creciente. Las investigaciones actuales no analizan solamente el uso de modelos elaborados, sino también las posibilidades de que los estudiantes construyan, comparen y revisen representaciones. muestran el potencial de la modelización para comprender fenómenos abstractos, mientras que otros autores evidencian el creciente interés por preparar a los futuros docentes para enseñar modelos y modelización (Wess, 2023).

El cambio conceptual continúa siendo fundamental debido a la persistencia de explicaciones intuitivas. proporciona evidencia amplia sobre el efecto de las estrategias orientadas hacia reorganización conceptual, profundizan específicamente en tres décadas de investigación dentro de la Biología. El

pensamiento sistémico constituye otra tendencia especialmente relevante para comprender ecosistemas, clima, organismos y problemas de sostenibilidad. Y muestran el crecimiento del campo y la diversidad de enfoques utilizados para desarrollar la capacidad de analizar sistemas complejos (Budak y Ceyhan ,2024).

La educación climática ha adquirido igualmente creciente relevancia. La revisión muestran que las explicaciones de los estudiantes acerca del cambio climático presentan todavía importantes dificultades conceptuales y que determinadas dimensiones, como el funcionamiento integrado del sistema climático, requieren mayor investigación. Las cuestiones sociocientíficas amplían la relación entre ciencia y ciudadanía. La revisión demuestra la importancia creciente de argumentación, toma de decisiones y alfabetización científica frente a problemas ambientales en los que interactúan conocimiento científico y dimensiones sociales (Kumar, 2024) .

La alfabetización científica también está evolucionando. La disponibilidad masiva de información digital exige no solamente comprender conceptos, sino evaluar fuentes, interpretar datos y reconocer qué afirmaciones se encuentran respaldadas por evidencia. El marco PISA 2025 incorpora explícitamente estas capacidades

junto con sostenibilidad, pensamiento sistémico y participación informada (OECD, 2025).

Estas tendencias muestran que aprender Ciencias Naturales no puede entenderse únicamente como adquirir información acerca del mundo natural. Supone desarrollar progresivamente capacidades para observar, formular preguntas, investigar, interpretar datos, modelizar, construir explicaciones, argumentar y evaluar evidencia científica. Dentro de esta perspectiva, la experiencia docente adquiere valor cuando es sometida a análisis crítico. Las preguntas recurrentes de los estudiantes, las explicaciones intuitivas que permanecen durante distintos niveles educativos, las dificultades para comprender procesos no observables o las respuestas frente a experiencias experimentales pueden generar problemas relevantes para la reflexión profesional. Sin embargo, siguiendo el criterio epistemológico adoptado en esta obra, tales experiencias no constituyen evidencia científica por sí mismas. Su potencial se desarrolla cuando se analizan sistemáticamente y se contrastan con investigación disponible. La secuencia experiencia → reflexión → contraste con investigación → interpretación permite valorar el conocimiento construido a lo largo de la trayectoria profesional sin confundirlo con resultados producidos mediante investigación científica. La enseñanza de Ciencias Naturales permite, de esta manera, construir una

forma particular de comprender el mundo basada en preguntas, modelos, evidencia y explicación. Esta perspectiva dialoga estrechamente con el pensamiento matemático, pero conserva su propia identidad epistemológica. El capítulo siguiente incorporará una tercera perspectiva disciplinar: la comprensión de sociedades, temporalidades, territorios, culturas y procesos históricos desde las Ciencias Sociales (Kumar, 2024) .

CAPÍTULO VI

ENSEÑAR CIENCIAS SOCIALES: COMPRENDER LA SOCIEDAD, EL TIEMPO Y EL TERRITORIO

CASA EDITORA DEL POLO

Se está avanzando en un análisis sobre la enseñanza de la geografía para la nueva era, el cual surge a raíz de los desafíos planteados por la falta de implementación de estrategias de aprendizaje que fomenten un entorno de aula dinámico, participativo y basado en la resolución de problemas. Uno de los problemas que enfrenta la enseñanza de la geografía deriva, principalmente, de la insuficiente motivación de los estudiantes causada por clases centradas exclusivamente en el docente y estrategias didácticas inadecuadas que no logran involucrarlos en las actividades escolares, así como por el exceso de descripción de hechos, la memorización mecánica, la copia, la carga excesiva de tareas, y la rigidez y el sesgo de unos planes de estudio que no responden a las expectativas del alumnado; a esto se suma la carencia de metodologías de enseñanza innovadoras que estén alineadas con los cambios históricos y sociales del país.

La propuesta plantea un enfoque de enseñanza más dinámico, integrado en la realidad específica del estudiante, lo que le llevará a interiorizar las ciencias sociales. En particular, hace hincapié en situar la enseñanza de la geografía dentro del contexto de los cambios educativos del país, poniendo el foco en la metodología, los contenidos y las nuevas estrategias didácticas. Las circunstancias y exigencias de un mundo en constante transformación requieren una mayor preparación para responder, en igualdad de

condiciones, a las demandas técnicas y científicas de la sociedad; en este proceso, el profesorado ocupa un lugar central. Su contacto cotidiano con el aula les exige un dominio teórico y metodológico que favorezca una enseñanza innovadora de la geografía, con el objetivo último de situarnos en el plano experiencial de la práctica educativa (Rodríguez, 2021).

6.1. Naturaleza del conocimiento social

Las Ciencias Sociales estudian sociedades, relaciones humanas, instituciones, territorios, culturas y procesos de transformación histórica. A diferencia de las Ciencias Naturales, su objeto de conocimiento se encuentra constituido por realidades en las que intervienen sujetos capaces de producir significados, interpretar su propia experiencia y transformar las condiciones en las que viven. Esta particularidad confiere al conocimiento social una naturaleza histórica, contextual e interpretativa. Historia, Geografía, Sociología, Economía, Antropología y Ciencia Política construyen preguntas diferentes acerca de la realidad social y utilizan conceptos, procedimientos y formas de evidencia propias. En el ámbito escolar, estas disciplinas pueden presentarse de manera diferenciada o articularse bajo denominaciones como Estudios Sociales o Ciencias Sociales. Esta integración posee posibilidades educativas importantes, pero no debería borrar

las formas particulares mediante las cuales cada disciplina produce conocimiento (Abricot et al., 2022).

El conocimiento histórico, por ejemplo, intenta comprender procesos y acciones ocurridos en contextos temporales que ya no pueden observarse directamente. Para hacerlo utiliza fuentes, establece relaciones entre evidencias, interpreta perspectivas y construye explicaciones acerca de cambio, continuidad y causalidad. El conocimiento geográfico, en cambio, analiza relaciones espaciales, territoriales y ambientales, considerando localización, distribución, escala, lugar, movilidad e interacción entre sociedad y espacio. Estas características muestran que las Ciencias Sociales no pueden reducirse a una acumulación de datos acerca de fechas, personajes, capitales, fronteras o instituciones. Tales conocimientos pueden resultar necesarios, pero adquieren mayor significado cuando permiten comprender procesos, relaciones y problemas (Bendl , 2025).

Saber que un acontecimiento ocurrió en determinado año constituye información histórica; comprender las condiciones que hicieron posible ese acontecimiento, analizar sus consecuencias y examinar cómo diferentes actores lo interpretaron supone una forma más compleja de pensamiento histórico. De manera semejante, localizar una

ciudad en un mapa constituye conocimiento geográfico básico, mientras que explicar por qué se desarrolló en determinado lugar exige analizar relaciones entre ambiente, comunicaciones, economía, población y decisiones sociales. El conocimiento social contiene además una relación particular entre hechos e interpretación. Reconocer que existen interpretaciones diferentes no significa que cualquier explicación sea igualmente válida. Las interpretaciones históricas y sociales necesitan sostenerse mediante evidencia, coherencia conceptual y procedimientos propios de las disciplinas (Luís & Rapanta, 2022).

Esta cuestión resulta especialmente relevante en sociedades caracterizadas por una circulación acelerada de información. Las Ciencias Sociales pueden proporcionar herramientas para analizar narrativas, valorar fuentes, contextualizar afirmaciones y reconocer intereses y perspectivas presentes en diferentes representaciones de la realidad. En consecuencia, enseñar Ciencias Sociales implica proporcionar acceso tanto a determinados conocimientos acerca de sociedades y territorios como a las formas mediante las cuales estos conocimientos son construidos, interpretados y debatidos. El objetivo no consiste únicamente en conocer el mundo social, sino en aprender a pensarlo históricamente, geográficamente y críticamente (Bendl , 2025).

6.2. Finalidades educativas de las Ciencias Sociales

Las Ciencias Sociales han mantenido históricamente una estrecha relación con la formación ciudadana. La enseñanza de Historia, Geografía y Estudios Sociales ha contribuido a construir conocimientos acerca de instituciones, territorios, identidades y procesos colectivos. Sin embargo, sus finalidades educativas han cambiado a medida que también se han transformado las concepciones sobre ciudadanía y sociedad. Una concepción tradicional puede atribuir a las Ciencias Sociales principalmente la función de transmitir conocimientos compartidos acerca de la nación, el territorio y determinados acontecimientos históricos. Esta finalidad continúa teniendo relevancia, pero resulta insuficiente frente a sociedades caracterizadas por pluralidad cultural, movilidad humana, transformaciones territoriales y acceso masivo a información (Abricot, 2022).

Figura 16: Finalidades educativas de las Ciencias Sociales.



Fuente: (Rojas, 2022)

Actualmente se reconoce que la formación social necesita incorporar capacidades para interpretar problemas, evaluar argumentos, reconocer perspectivas, analizar información y participar razonadamente en asuntos colectivos, al revisar 33 investigaciones sobre intervenciones educativas en Ciencias Sociales, observaron que la mayoría se concentraban en aprendizajes disciplinares, especialmente pensamiento histórico, mientras que las aproximaciones interdisciplinarias orientadas hacia pensamiento social y ciudadanía eran considerablemente menos frecuentes. La formación ciudadana tampoco debería reducirse al aprendizaje de normas o estructuras institucionales. Conocer las funciones de los poderes del Estado constituye un conocimiento importante, pero

la ciudadanía democrática requiere además comprender cómo determinadas decisiones afectan a diferentes grupos, cómo se construyen los problemas públicos y mediante qué mecanismos pueden participar las personas en la vida colectiva (Bendl , 2025).

La geografía aporta una dimensión particularmente relevante a esta formación, en una revisión de 60 estudios, identifican relaciones entre educación geográfica y ciudadanía vinculadas con injusticias, participación política, identidades, lugar, nación y territorio. Esto muestra que aprender geografía implica algo más que describir espacios: puede contribuir a interpretar cómo las personas experimentan y transforman los lugares donde viven. La Historia también posee una función ciudadana cuando permite comprender que las instituciones, derechos y conflictos contemporáneos tienen trayectorias históricas. Sin embargo, relacionar pasado y presente exige evitar el uso instrumental de la historia como simple colección de ejemplos destinados a confirmar posiciones previamente asumidas (Hammond,2026).

Sostuvieron que la educación histórica puede contribuir al bien común cuando permite analizar múltiples perspectivas, deliberar sobre asuntos sociales y comprender experiencias humanas diversas. Esta orientación conserva vigencia

frente a investigaciones recientes que relacionan pensamiento histórico, conciencia histórica y formación ciudadana. En este sentido, la finalidad de las Ciencias Sociales puede formularse como desarrollo de capacidades para comprender cómo se organizan y transforman las sociedades, cómo se producen territorialidades e identidades y cómo los sujetos participan dentro de ellas. Esta finalidad requiere conocimientos sustantivos, pero también formas específicas de pensamiento (Gómez-Carrasco, 2022).

6.3. Pensamiento histórico y comprensión del pasado

El pensamiento histórico constituye una de las líneas más consolidadas de investigación en educación histórica. Su propósito consiste en superar una enseñanza centrada exclusivamente en la reproducción de relatos para desarrollar capacidades semejantes, aunque adaptadas al contexto educativo, a aquellas empleadas para investigar e interpretar el pasado.Pensar históricamente implica reconocer que el pasado no está disponible de manera directa. Lo que conocemos acerca de él procede de fuentes, vestigios, testimonios y construcciones interpretativas. Por ello, el conocimiento histórico requiere formular preguntas, contextualizar información, contrastar fuentes y construir explicaciones basadas en

evidencia (Wineburg, 2022).

Organizaron el pensamiento histórico alrededor de seis conceptos: significancia histórica, uso de evidencia, continuidad y cambio, causas y consecuencias, perspectiva histórica y dimensión ética. Estos conceptos permiten comprender que aprender Historia supone mucho más que establecer una cronología. Por ejemplo, afirmar que la independencia de un territorio ocurrió en determinado año proporciona un dato relevante. Pensar históricamente exige además preguntarse por qué ese proceso adquirió importancia, qué actores intervinieron, cuáles fueron sus intereses, qué condiciones lo hicieron posible, qué elementos cambiaron y cuáles permanecieron después del acontecimiento (Seixas y Morton ,2023) .

La causalidad histórica presenta particular complejidad. Los acontecimientos sociales rara vez poseen una única causa. Explicar una revolución, una migración masiva o una crisis económica requiere analizar factores políticos, económicos, sociales y culturales que interactúan durante periodos diferentes. Esta forma de razonamiento evita explicaciones simplificadas. Decir que una guerra comenzó exclusivamente porque un dirigente tomó determinada decisión puede ignorar tensiones previas, alianzas, estructuras económicas y transformaciones sociales que condicionaron las

posibilidades de acción (Gómez-Carrasco, 2022).

(Luís y Rapanta, 2020), al revisar 44 estudios sobre razonamiento histórico, encontraron un predominio de aproximaciones centradas en prácticas disciplinares y destacaron la importancia de fortalecer la argumentación. El razonamiento histórico comprende no solamente saber qué ocurrió, sino construir afirmaciones justificadas acerca de cómo y por qué ocurrió. La revisión de confirma la consolidación del pensamiento histórico como uno de los grandes ejes internacionales de investigación en enseñanza de la Historia. A este se suma la conciencia histórica, orientada especialmente hacia las relaciones entre pasado, presente, identidad y futuro.

Investigaciones más recientes continúan mostrando esta expansión, mediante una revisión sistemática de 43 estudios empíricos, identificaron relaciones estrechas entre pensamiento histórico y pensamiento crítico, particularmente cuando el aprendizaje incluye análisis de fuentes, argumentación y evaluación de perspectivas. De este modo, enseñar Historia no debería significar sustituir contenidos por habilidades. El pensamiento histórico necesita conocimientos sustantivos para funcionar: resulta imposible contextualizar una fuente sin conocer suficientemente el periodo al que pertenece. Contenido y razonamiento histórico constituyen

dimensiones complementarias (Reyes Parra, 2024)

6.4. Conciencia histórica y temporalidad

La conciencia histórica constituye un concepto diferente, aunque relacionado, con el pensamiento histórico. Mientras este último enfatiza procedimientos utilizados para investigar e interpretar el pasado, la conciencia histórica se interesa especialmente por la manera en que personas y sociedades relacionan pasado, presente y futuro para construir significado. Las personas interpretan continuamente el presente mediante referencias al pasado. Familias, comunidades y naciones producen relatos acerca de sus orígenes, transformaciones y experiencias colectivas. Estos relatos intervienen en la construcción de identidad y también en las expectativas sobre el futuro (Popa, 2022).

(Popa,2022), mediante una amplia revisión y síntesis de literatura, señala que la conciencia histórica puede comprenderse como un proceso de construcción de significado mediante el cual las personas negocian la presencia del pasado, investigan históricamente y construyen una comprensión de su posición dentro del tiempo. Esta perspectiva evita pensar la temporalidad únicamente como cronología. Conocer el orden de determinados acontecimientos resulta necesario, pero comprender históricamente el tiempo implica analizar duración, simultaneidad, cambio,

continuidad y diferentes ritmos de transformación.

Por ejemplo, una constitución política puede modificarse en una fecha precisa, mientras que determinadas desigualdades sociales pueden persistir durante décadas. Un cambio jurídico no significa necesariamente transformación inmediata de todas las prácticas sociales. Comprender esta diferencia requiere distinguir acontecimiento y proceso. La noción de continuidad resulta tan importante como la de cambio. Las narrativas históricas escolares suelen organizarse alrededor de acontecimientos que marcan rupturas: independencia, revolución, reformas o conflictos. Sin embargo, determinados sistemas de relaciones sociales, estructuras territoriales y prácticas culturales pueden continuar bajo nuevas condiciones (Rüsen, 2024).

La conciencia histórica permite también examinar cómo cambia la interpretación del pasado. Un acontecimiento que determinada generación consideró secundario puede adquirir posteriormente gran relevancia debido a nuevas preguntas sociales. Las sociedades no solamente poseen una historia; también transforman las maneras mediante las cuales la recuerdan y la interpretan.

(Gómez-Carrasco, 2022) identifican precisamente pensamiento histórico y conciencia histórica como dos grandes tradiciones del campo. Mientras la

primera enfatiza procedimientos disciplinares, la segunda incorpora con mayor fuerza identidad, memoria, ciudadanía y función social de la Historia. Esta relación entre temporalidades resulta esencial para evitar dos extremos: estudiar el pasado como realidad completamente desconectada del presente o interpretarlo exclusivamente mediante problemas y valores actuales. La comprensión histórica requiere reconocer simultáneamente distancia y relación temporal.

6.5. Pensamiento geográfico, espacio y territorio

La Geografía escolar ha sido asociada durante mucho tiempo con localización y descripción de lugares. Conocer continentes, países, capitales, montañas o ríos continúa formando parte del conocimiento geográfico, pero resulta insuficiente para comprender la naturaleza contemporánea de la disciplina. Pensar geográficamente implica interpretar dónde ocurren los fenómenos, por qué ocurren allí, cómo se distribuyen, cómo se conectan diferentes lugares y de qué manera las sociedades producen y transforman los territorios. Espacio, lugar, escala, distribución, movilidad, territorio e interdependencia constituyen algunos de sus conceptos organizadores (Howell y Maddox, 2024).

(Bendl, 2025), mediante una revisión sistemática de 50 publicaciones, encontraron diferentes formas

de conceptualizar el pensamiento geográfico. Las perspectivas más frecuentes lo relacionan con conceptos geográficos fundamentales, habilidades de pensamiento de orden superior o una combinación de ambas dimensiones. Esta diversidad muestra que no existe una única definición plenamente consensuada. Sin embargo, las diferentes aproximaciones coinciden en alejar la Geografía de una concepción puramente memorística y orientarla hacia el análisis de relaciones espaciales y territoriales.

Por ejemplo, identificar que una población se concentra en determinadas zonas de un país constituye un primer nivel descriptivo. El pensamiento geográfico comienza a profundizarse cuando se pregunta qué relaciones existen entre esa distribución y disponibilidad de agua, relieve, infraestructura, oportunidades económicas, procesos históricos o movilidad. El concepto de escala desempeña un papel fundamental. Un fenómeno puede adquirir significados diferentes cuando se analiza desde el barrio, la ciudad, el país o el planeta. La migración, por ejemplo, puede ser interpretada como transformación familiar a escala local, flujo demográfico a escala nacional y proceso económico y político a escala global (Howell y Maddox, 2024).

Espacio y territorio tampoco son equivalentes. El territorio incorpora relaciones sociales, apropiación, poder, identidad y conflicto. Una frontera, por ejemplo, no constituye solamente una línea cartográfica: puede organizar movilidad, comercio, identidad, seguridad y relaciones entre comunidades. Señalan que la Geografía puede contribuir a la ciudadanía cuando las prácticas de indagación permiten a los estudiantes analizar problemas y relaciones espaciales en lugar de limitarse al aprendizaje de hechos geográficos. Esta transformación exige también conocimiento especializado del profesorado (Howell y Maddox, 2024).

La creciente utilización de Sistemas de Información Geográfica amplía estas posibilidades. Estas herramientas permiten superponer datos, analizar distribuciones y representar relaciones entre variables. Sin embargo, igual que en otras disciplinas, el valor de la tecnología depende de las preguntas y razonamientos que permita desarrollar. El pensamiento geográfico puede considerarse, por tanto, una forma específica de comprender cómo fenómenos sociales y ambientales se distribuyen, conectan y transforman a través del espacio y del territorio (Howell y Maddox, 2024).

6.6. Identidad, cultura y memoria

Las Ciencias Sociales mantienen una relación profunda con identidad, cultura y memoria porque las sociedades producen interpretaciones acerca de quiénes son, de dónde provienen y qué acontecimientos consideran significativos. Estas construcciones intervienen en las formas mediante las cuales personas y comunidades interpretan el presente. La identidad no debe comprenderse como una realidad fija. Se construye mediante pertenencias, experiencias, relaciones y narrativas que pueden modificarse durante el tiempo. Una persona puede identificarse simultáneamente con una localidad, una región, un país y diferentes comunidades culturales o profesionales (Popa, 2022).

La Historia participa en este proceso porque determinadas narrativas del pasado contribuyen a producir memorias colectivas. Sin embargo, Historia y memoria no son equivalentes. La memoria se encuentra vinculada con experiencias, identidades y formas sociales de recordar; la investigación histórica procura someter las afirmaciones acerca del pasado a procedimientos de contextualización y evaluación de evidencia.Autores muestran que la conciencia histórica se encuentra estrechamente relacionada con los procesos mediante los cuales las personas negocian la presencia del pasado en su

vida contemporánea. Esta relación explica por qué determinados acontecimientos históricos pueden mantener una intensa presencia social muchas décadas después de haber ocurrido (Howell y Maddox, 2024).

Los monumentos constituyen un ejemplo significativo. Una estatua no representa únicamente a una persona del pasado. También expresa decisiones realizadas en un momento histórico acerca de quién merece ser recordado y bajo qué interpretación. Cuando una sociedad debate sobre mantener, retirar o reinterpretar un monumento, está discutiendo simultáneamente historia, memoria, identidad y valores contemporáneos. Estos debates requieren cuidado porque una interpretación histórica no puede establecerse únicamente mediante sensibilidad actual. Es necesario contextualizar actores y acontecimientos, analizar fuentes y reconocer los marcos sociales propios de cada periodo. La empatía histórica resulta relevante en este punto. No consiste simplemente en imaginar "cómo me sentiría yo" si estuviera en el pasado. Implica intentar comprender acciones, pensamientos y decisiones considerando las condiciones históricas dentro de las cuales tuvieron lugar (Perikleous, 2024).

En una revisión de investigaciones empíricas sobre empatía histórica, identifica como factores relevantes la contextualización, el análisis de

múltiples perspectivas, los conocimientos históricos disponibles, las emociones y la necesidad de controlar juicios presentistas. Identidad y memoria pueden enriquecer, por tanto, la enseñanza de las Ciencias Sociales cuando se convierten en objetos de análisis y no en narrativas que deban aceptarse sin discusión. El propósito consiste en comprender cómo las sociedades construyen significados acerca de sí mismas y cómo estos significados cambian durante el tiempo (Harnes, 2025).

6.7. Ciudadanía, convivencia y participación social

La ciudadanía constituye una dimensión transversal de las Ciencias Sociales, pero su enseñanza puede adoptar concepciones muy diferentes. Una aproximación mínima puede centrarse en normas, símbolos e instituciones; una concepción más amplia incorpora derechos, participación, deliberación, responsabilidad y análisis de problemas colectivos. La ciudadanía democrática requiere conocimientos. Comprender cómo funcionan las instituciones, cuáles son los derechos reconocidos y qué mecanismos de participación existen constituye una condición importante. Sin embargo, conocer estructuras formales no garantiza capacidad para analizar problemas públicos.

Figura 17: Ciudadanía, convivencia y participación social.



Fuente: (Rojas, 2022)

Las Ciencias Sociales pueden contribuir precisamente mediante el estudio contextualizado de conflictos, decisiones y transformaciones sociales. La Historia permite comprender cómo determinados derechos fueron construidos y disputados; la Geografía permite analizar desigualdades territoriales y distribución de recursos; y los Estudios Sociales pueden integrar estas perspectivas frente a problemas contemporáneos. La revisión muestra que la relación entre educación geográfica y ciudadanía incluye cuestiones como injusticias, participación política, identidad, lugar, nación e imperio. Los autores señalan también que

buena parte de las investigaciones todavía presta limitada atención directa a las perspectivas de niños y jóvenes como sujetos de ciudadanía (Hammond, 2026).

Esta observación resulta significativa porque la ciudadanía no debería concebirse únicamente como preparación para una participación futura. Los estudiantes ya forman parte de comunidades, interpretan problemas públicos y experimentan desigualdades y relaciones territoriales en su vida cotidiana. La convivencia constituye otra dimensión importante. Vivir democráticamente no significa eliminar desacuerdos, sino desarrollar formas de tratarlos sin recurrir a exclusión o violencia. Las Ciencias Sociales proporcionan contextos especialmente apropiados para analizar perspectivas diferentes y evaluar argumentos.

Por ejemplo, un conflicto relacionado con utilización de un espacio público puede involucrar intereses de comerciantes, habitantes, autoridades, jóvenes, transportistas y organizaciones ambientales. Comprender el problema exige identificar actores, posiciones, evidencia y posibles consecuencias de distintas decisiones. La participación social requiere también reconocer que las sociedades contienen relaciones de poder. Algunas voces tienen mayor capacidad que otras para intervenir en decisiones públicas. Analizar estas diferencias forma parte

de una educación ciudadana que trasciende la memorización normativa. La formación ciudadana desde las Ciencias Sociales debería orientarse, por tanto, hacia capacidades para comprender instituciones, reconocer derechos, analizar problemas, deliberar sobre alternativas y participar responsablemente en la vida colectiva.

6.8. Fuentes, evidencias e interpretación histórica y social

Las fuentes constituyen uno de los fundamentos del conocimiento histórico. Cartas, documentos oficiales, periódicos, fotografías, objetos, testimonios, mapas, censos y registros audiovisuales permiten aproximarse a diferentes dimensiones del pasado. Sin embargo, una fuente no constituye por sí misma una explicación histórica.El autor mostró que la lectura histórica se diferencia de una lectura centrada exclusivamente en extraer información. Interpretar una fuente exige preguntar quién la produjo, cuándo, con qué propósito, dentro de qué contexto y cómo se relaciona con otras evidencias (Wineburg, 2023).

(Seixas y Morton, 2023) destacan igualmente que utilizar evidencia supone transformar una fuente en respuesta a una pregunta histórica. El mismo documento puede producir informaciones diferentes dependiendo del problema que se investigue. Considérese una fotografía antigua de una plaza.

Puede utilizarse para estudiar arquitectura, formas de transporte, vestimenta, utilización del espacio público o transformación urbana. La fuente no determina automáticamente qué conocimiento puede obtenerse de ella; la pregunta orienta la observación y la interpretación.

La comparación entre fuentes resulta igualmente necesaria. Dos periódicos pueden describir el mismo acontecimiento de forma diferente debido a sus posiciones políticas, destinatarios o intereses. Esta diferencia no significa que sea imposible construir conocimiento, sino que la interpretación debe considerar procedencia, propósito y contexto.Muestran que razonamiento histórico y argumentación mantienen una relación importante. Una afirmación histórica adquiere mayor fuerza cuando se sostiene mediante evidencia relevante y cuando las inferencias realizadas entre fuentes y conclusión resultan explícitas (Luís y Rapanta, 2020).

Estas capacidades adquieren especial relevancia en contextos digitales. La disponibilidad inmediata de imágenes, videos, mensajes y afirmaciones históricas no garantiza su autenticidad. Una fotografía puede encontrarse fuera de contexto, un documento puede haber sido alterado y una cita puede atribuirse incorrectamente. El análisis de fuentes históricas ofrece, por tanto, capacidades transferibles hacia la alfabetización informacional

contemporánea: examinar autoría, procedencia, contexto, corroboración y consistencia de una afirmación.

Sin embargo, tampoco debe suponerse que una técnica de evaluación de fuentes funciona sin conocimientos de contenido. Para identificar que una afirmación es históricamente improbable se necesita poseer información suficiente sobre el periodo analizado. Fuentes, conocimiento sustantivo y razonamiento se complementan. Enseñar a interpretar evidencia social e histórica supone aprender a construir conclusiones prudentes y proporcionales a la información disponible.

6.9. Pensamiento crítico y problemas socialmente relevantes

El pensamiento crítico constituye una finalidad frecuentemente atribuida a las Ciencias Sociales. Sin embargo, su significado puede volverse excesivamente amplio si se utiliza simplemente como sinónimo de "opinar" o "cuestionar". Pensar críticamente supone analizar afirmaciones, evaluar evidencia, identificar supuestos, comparar perspectivas y construir juicios argumentados. La Historia proporciona un campo particularmente fértil para ello porque requiere evaluar fuentes y construir interpretaciones, en su revisión de 43 investigaciones recientes, muestran importantes relaciones entre pensamiento histórico y pensamiento crítico en

contextos educativos (Reyes Parra, 2024).

Los problemas socialmente relevantes amplían esta posibilidad hacia cuestiones contemporáneas. Migración, desigualdad, transformación urbana, conflictos ambientales, discriminación o acceso a recursos pueden estudiarse mediante conceptos y evidencias provenientes de diferentes Ciencias Sociales. Su valor no reside únicamente en ser temas actuales. Un problema educativo adquiere profundidad cuando permite utilizar conocimientos disciplinares para comprender relaciones que no resultarían visibles mediante opinión cotidiana.

Por ejemplo, analizar migración no debería reducirse a preguntar si se está "a favor" o "en contra". El fenómeno puede estudiarse considerando procesos históricos, redes familiares, distribución territorial, mercado laboral, políticas estatales, derechos humanos y representaciones sociales. Los temas controvertidos presentan desafíos adicionales. señala que la controversias en enseñanza de la Historia pueden encontrarse estrechamente relacionadas con identidad y con diferentes formas de vincularse con el pasado. Esto exige generar condiciones para la deliberación sin renunciar al rigor histórico (Alvén, 2024).

(Ortega-Sánchez, 2024) muestra igualmente que el futuro profesorado iberoamericano reconoce la importancia educativa de temas controvertidos

y problemas sociales para la ciudadanía activa, aunque su incorporación plantea exigencias importantes para la formación docente. La pluralidad de perspectivas no significa neutralidad frente a cualquier afirmación. Algunas cuestiones admiten interpretaciones diferentes dentro de la evidencia disponible; otras afirmaciones pueden ser históricamente falsas o carecer de sustento. La enseñanza necesita distinguir desacuerdo interpretativo de desinformación.

El pensamiento crítico en Ciencias Sociales requiere, por tanto, combinar apertura hacia perspectivas diferentes con criterios para evaluar argumentos y evidencia. No consiste en enseñar qué posición adoptar, sino en proporcionar herramientas intelectuales para construir posiciones informadas.

6.10. Historia, Geografía y Estudios Sociales en la formación escolar

Historia, Geografía y Estudios Sociales mantienen relaciones estrechas, pero cada uno de estos campos organiza de forma particular sus preguntas y conocimientos. Preservar estas diferencias resulta importante para evitar una integración superficial. La Historia sitúa en primer plano temporalidad, evidencia, cambio, continuidad, causalidad y perspectiva. La Geografía analiza espacialidad, lugar, territorio, distribución, interacción y escala. Los Estudios Sociales pueden articular estos campos

con ciudadanía, economía, cultura y problemas de la sociedad contemporánea.

Una misma realidad puede mostrar la necesidad de estas perspectivas complementarias. Una ciudad fronteriza, por ejemplo, puede estudiarse históricamente a partir de procesos mediante los cuales se configuró la frontera; geográficamente mediante flujos, redes, territorio y localización; y socialmente a partir de movilidad humana, comercio, identidades y relaciones institucionales. Sin embargo, la integración no debe convertir a las disciplinas en simples fuentes de información. Cada una aporta formas particulares de formular problemas y producir interpretaciones.

(Abricot, 2022) encontraron que la mayoría de las intervenciones estudiadas en Ciencias Sociales escolares adoptaban perspectivas disciplinares, especialmente vinculadas con Historia, mientras que las aproximaciones interdisciplinarias eran considerablemente menos frecuentes. Los autores señalan que la integración posee potencial para desarrollar pensamiento social y ciudadanía, pero continúa representando un ámbito insuficientemente investigado.

Esta observación sugiere evitar dos extremos: una fragmentación en asignaturas que nunca dialogan y una integración que elimina los conceptos propios de cada disciplina. La interdisciplinariedad adquiere

mayor valor cuando parte de conocimientos disciplinares suficientemente sólidos. La formación escolar en Ciencias Sociales puede comprenderse, entonces, como desarrollo progresivo de tres capacidades relacionadas: situar fenómenos en el tiempo, interpretarlos dentro de configuraciones espaciales y territoriales y comprender sus implicaciones dentro de la vida social.

6.11. Continuidades y profundización de las Ciencias Sociales hacia el Bachillerato

La transición desde Educación General Básica hacia Bachillerato debería profundizar formas de pensamiento que comenzaron a construirse durante niveles anteriores, más que introducir una concepción completamente distinta de las Ciencias Sociales. En Historia, esta continuidad puede expresarse mediante un análisis más sistemático de causalidad, fuentes, controversias historiográficas y procesos de larga duración. Los contenidos pueden adquirir mayor complejidad, pero los fundamentos continúan relacionados con contextualización, evidencia y construcción de explicaciones.

En Geografía, la profundización puede incorporar análisis de redes, desigualdades territoriales, urbanización, procesos económicos, ambiente y relaciones entre escalas. Las representaciones cartográficas pueden convertirse progresivamente en instrumentos analíticos y no únicamente descriptivos.

La incorporación de datos adquiere también mayor relevancia. Mapas temáticos, censos, indicadores económicos, series históricas y sistemas de información geográfica permiten relacionar Ciencias Sociales y Matemática mediante interpretación de patrones, tendencias y distribuciones.

La continuidad hacia Bachillerato debería fortalecer igualmente la capacidad para examinar problemas desde perspectivas múltiples. Un conflicto territorial puede requerir antecedentes históricos, análisis espacial, información demográfica y comprensión de intereses políticos. La conciencia histórica puede profundizarse mediante relaciones más complejas entre pasado y presente, sostiene que este proceso implica construcción de significado y orientación temporal, no simplemente acumulación de conocimientos sobre épocas anteriores (Popa, 2022).

Del mismo modo, el pensamiento geográfico necesita avanzar desde localización hacia interpretación. Muestran precisamente que las concepciones contemporáneas del campo combinan conceptos geográficos y capacidades de razonamiento de orden superior. Esta obra no pretende desarrollar detalladamente los programas de Historia o Geografía propios del Bachillerato. Interesa señalar las continuidades que permiten comprender la formación social como una trayectoria: desde las primeras nociones temporales y espaciales hacia

interpretaciones más sistemáticas de sociedades, territorios y procesos históricos (Bendl,2025).

6.12. Tendencias contemporáneas en la enseñanza de las Ciencias Sociales

La investigación contemporánea en enseñanza de las Ciencias Sociales presenta un campo diverso, aunque determinadas líneas han adquirido especial consolidación. Entre ellas destacan pensamiento histórico, conciencia histórica, pensamiento geográfico, ciudadanía, análisis de fuentes, empatía histórica, problemas socialmente relevantes y tecnologías geoespaciales. El pensamiento histórico continúa siendo una de las áreas más desarrolladas, al analizar la estructura conceptual e intelectual de la investigación internacional en educación histórica entre 2000 y 2019, identifican pensamiento histórico y conciencia histórica como dos de sus principales ejes (Gómez-Carrasco, 2022).

La revisión de (Luís y Rapanta, 2022) confirma, además, un predominio de investigaciones centradas en competencias relacionadas con razonamiento histórico y señala la necesidad de fortalecer la dimensión argumentativa. Esto muestra una evolución desde una Historia escolar centrada prioritariamente en transmisión narrativa hacia una preocupación creciente por los procesos mediante los cuales se construyen interpretaciones. La conciencia histórica representa otra tendencia

relevante. Advierte que no debe reducirse simplemente a un conjunto de habilidades, porque implica procesos más amplios de construcción de significado y relación entre pasado, presente y futuro.

La empatía histórica continúa igualmente desarrollándose. (Harnes, 2025), mediante una revisión de investigaciones empíricas, destaca la importancia de contextualización, múltiples perspectivas, conocimientos históricos y control del presentismo. (Perikleous, 2024) insiste, además, en diferenciar la empatía histórica de la simple identificación emocional con personas del pasado.

El pensamiento geográfico muestra un crecimiento significativo. (Bendl, 2025) identifican un aumento de publicaciones durante las últimas décadas y muestran que el campo se organiza especialmente alrededor de conceptos geográficos fundamentales y habilidades de razonamiento. Las relaciones entre geografía y ciudadanía constituyen una línea emergente con especial relevancia. (Hammond, 2026), mediante una revisión de 60 investigaciones, identifican temas relacionados con injusticia, participación política, identidades, lugar, nación e imperio, y señalan la necesidad de incorporar con mayor fuerza las perspectivas de niños y jóvenes.

Las tecnologías geoespaciales representan también una transformación importante. Los

sistemas de información geográfica permiten analizar simultáneamente diferentes capas de información y estudiar patrones de distribución, movilidad y desigualdad. Su valor educativo depende, sin embargo, de que su utilización se vincule con preguntas geográficas y no se reduzca al manejo instrumental de una aplicación.Otra tendencia significativa corresponde a los problemas socialmente relevantes y controversias. (Alvén, 2024) analiza la relación entre controversias históricas e identidad, mientras (Ortega-Sánchez, 2024) destaca la importancia que el futuro profesorado atribuye a estas cuestiones para el desarrollo de ciudadanía activa.

Las investigaciones disponibles muestran, sin embargo, una distribución desigual entre disciplinas. (Abricot, 2022) observaron que dentro de las intervenciones escolares en Ciencias Sociales existe mayor presencia de pensamiento histórico y menor desarrollo empírico de pensamiento geográfico, ciudadano y de perspectivas genuinamente interdisciplinarias. Esta situación constituye simultáneamente una limitación y una oportunidad. Las Ciencias Sociales poseen una amplia tradición disciplinar, pero continúan enfrentando el desafío de construir articulaciones capaces de estudiar problemas sociales complejos sin perder rigor conceptual. En conjunto, las tendencias contemporáneas permiten sostener que aprender

Ciencias Sociales significa desarrollar capacidades para situar procesos en el tiempo, interpretar fuentes, reconocer perspectivas, analizar relaciones espaciales y territoriales, comprender identidades, evaluar problemas sociales y construir argumentos basados en evidencia.

La experiencia profesional de quienes han enseñado durante décadas Historia, Geografía y Estudios Sociales permite reconocer cambios significativos en contenidos, recursos, lenguajes y formas de relación con el conocimiento. Sin embargo, siguiendo el principio adoptado a lo largo de esta obra, esas experiencias no constituyen evidencia científica por sí mismas. Su potencial académico se desarrolla cuando son reconstruidas, problematizadas y contrastadas con investigación especializada. La secuencia experiencia → reflexión → contraste con investigación → interpretación adquiere en las Ciencias Sociales un significado particular porque quienes enseñan forman también parte de las sociedades que estudian. La experiencia personal puede proporcionar preguntas y sensibilidad frente a determinados procesos, pero la interpretación académica exige contextualización, evidencia y apertura hacia perspectivas diferentes.

Con este capítulo se completa el análisis de las tres perspectivas disciplinares centrales de la obra. La Matemática mostró formas de pensamiento

basadas en relaciones, representación, generalización y argumentación; las Ciencias Naturales incorporaron indagación, modelización, evidencia y explicación; y las Ciencias Sociales han permitido analizar temporalidad, territorio, fuentes, identidad y ciudadanía. El siguiente capítulo abordará precisamente el problema que emerge de esta diversidad: cómo pueden relacionarse conocimientos disciplinares diferentes sin eliminar las particularidades epistemológicas que les otorgan sentido. La interdisciplinariedad será analizada, por tanto, no como simple reunión de asignaturas, sino como un problema de construcción e integración del conocimiento.

CAPÍTULO VII

INTERDISCIPLINARIEDAD Y CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO



La construcción del conocimiento interdisciplinario y su enseñanza son el resultado de la regulación social de la ciencia, la estructuración de los planes de estudio, la organización de la docencia y el esfuerzo individual. Reconocemos que existe un proceso de construcción social del conocimiento científico, tal como lo demuestran la filosofía de la ciencia, la sociología del conocimiento, la epistemología social y la psicología social de la ciencia.

La creación de conceptos científicos interdisciplinarios constituye un proceso reflexivo y crítico en torno a cómo se representa, describe, comprende, explica y modifica la realidad. Categorizar la realidad humana de una manera determinada, en lugar de otra, es consecuencia del contenido de las distintas disciplinas académicas. Dichas disciplinas es decir, los programas de grado en el marco del Proceso de Bolonia se encuentran compartimentadas, lo que dificulta enormemente la integración de perspectivas diversas y divergentes. De hecho, como señala (Bunge, 2023), «toda especialización conlleva la formación de una comunidad con intereses que pueden ser contrapuestos».

7.1. Disciplina y organización del conocimiento

La organización disciplinar constituye una de las formas fundamentales mediante las cuales se ha desarrollado y sistematizado el conocimiento. Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales

poseen objetos de estudio, conceptos, lenguajes, procedimientos y criterios de validación construidos históricamente. Esta especialización ha permitido alcanzar niveles de profundidad que difícilmente podrían desarrollarse sin comunidades dedicadas a problemas específicos (Repko & Szostak, 2022).

Una disciplina no constituye únicamente un conjunto de contenidos. También representa una determinada manera de formular preguntas, seleccionar información, construir explicaciones y establecer criterios para justificar afirmaciones. Desde esta perspectiva, las disciplinas pueden comprenderse como estructuras de conocimiento que organizan tanto aquello que se estudia como las formas mediante las cuales se produce conocimiento acerca de ello (Repko & Szostak, 2022).

Como se ha mostrado en los capítulos anteriores, el pensamiento matemático utiliza relaciones, representaciones, generalización, modelización y argumentación; las Ciencias Naturales recurren a observación, indagación, modelización, experimentación y evaluación de evidencia; mientras que las Ciencias Sociales incorporan temporalidad, espacialidad, interpretación de fuentes, contextualización y análisis de perspectivas. Estas diferencias no constituyen obstáculos para la integración, sino condiciones que permiten reconocer qué aporta cada disciplina frente a un

problema determinado.

Las diferencias poseen además importancia epistemológica. Una afirmación matemática no se valida de la misma manera que una explicación sobre un fenómeno natural o una interpretación histórica. La demostración, la contrastación empírica y la interpretación documental representan formas diferentes de construcción y justificación del conocimiento. Por ello, integrar disciplinas no puede significar ignorar sus particularidades epistemológicas (Repko & Szostak, 2022).

La organización escolar ha reproducido en buena medida esta estructura mediante asignaturas diferenciadas. Esta división proporciona profundidad y permite desarrollar progresivamente conocimientos especializados, pero también puede producir una representación fragmentada de problemas que, fuera de la escuela, no aparecen organizados según fronteras curriculares. Las discusiones contemporáneas sobre educación interdisciplinaria intentan precisamente responder a esta tensión entre especialización e integración (Agudelo Rodríguez, 2024).

El cambio climático, la disponibilidad de agua, la movilidad humana o la pérdida de biodiversidad no son problemas exclusivamente matemáticos, científicos o sociales. Cada uno contiene dimensiones que requieren conceptos y

procedimientos provenientes de diferentes campos. Su complejidad puede hacer insuficiente una interpretación construida exclusivamente desde una única perspectiva disciplinar (Romulo, 2024).

Esta constatación constituye uno de los fundamentos de la interdisciplinariedad. Sin embargo, reconocer que un problema posee múltiples dimensiones no implica que las disciplinas hayan perdido su utilidad. Por el contrario, una integración rigurosa necesita conocimientos disciplinares suficientemente desarrollados para determinar qué puede aportar cada campo y cuáles son sus límites (Goos, 2023).

La relación entre disciplina e interdisciplinariedad no debería entenderse, por tanto, como oposición. La segunda presupone conocimientos disciplinares que puedan ponerse en relación. Integrar de manera intelectualmente significativa exige reconocer previamente la consistencia conceptual y metodológica de los conocimientos que intervienen (Repko & Szostak, 2022).

En esta obra, esta consideración resulta especialmente importante. Los capítulos dedicados a Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales analizaron separadamente sus formas particulares de construcción del conocimiento. El propósito del presente capítulo no consiste en disolver esas diferencias, sino en examinar cómo pueden establecerse relaciones frente a problemas

cuya comprensión desborda los límites de una sola perspectiva.

7.2. Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad

Los términos multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad se utilizan con frecuencia para describir relaciones entre campos de conocimiento, aunque no representan necesariamente procesos equivalentes. La literatura especializada ha mostrado que existen diferentes conceptualizaciones y que las fronteras entre estos términos pueden variar según el contexto académico y educativo en el que se empleen (Repko & Szostak, 2022).

La multidisciplinariedad aparece generalmente cuando diferentes disciplinas estudian un mismo tema conservando perspectivas relativamente independientes. Cada una aporta conocimientos, pero estos pueden permanecer yuxtapuestos. Un problema ambiental, por ejemplo, podría ser abordado desde Matemática mediante estadísticas, desde Ciencias Naturales mediante procesos ecológicos y desde Ciencias Sociales mediante impactos sobre comunidades, sin que necesariamente se establezcan relaciones sustantivas entre las interpretaciones producidas (Repko & Szostak, 2022).

Figura 18: Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedadl.



Fuente: (Rojas, 2022)

La interdisciplinariedad exige un nivel adicional de relación. Los conocimientos procedentes de diferentes campos necesitan interactuar para producir una comprensión que no podría alcanzarse mediante su simple acumulación. La integración constituye, por ello, uno de los elementos centrales del trabajo interdisciplinario. Esta distinción permite reconocer que organizar un proyecto bajo un tema común no lo convierte automáticamente en interdisciplinario. Si Matemática construye un gráfico, Ciencias Naturales explica un fenómeno

y Ciencias Sociales describe un contexto, pero ninguno de esos conocimientos modifica o complementa la interpretación proporcionada por los otros, existe principalmente coexistencia disciplinar y no necesariamente integración (Repko & Szostak, 2022).

La transdisciplinariedad intenta superar determinadas fronteras disciplinares y, según la perspectiva adoptada, puede incorporar problemas, conocimientos y actores procedentes de ámbitos no estrictamente académicos. (Takeuchi, 2023), en una revisión crítica de 154 investigaciones sobre educación STEM, muestran precisamente que el concepto de transdisciplinariedad contiene diferentes supuestos epistemológicos y educativos y que su utilización necesita considerar las relaciones de poder y las concepciones acerca de qué conocimientos son reconocidos como legítimos.

Desde una perspectiva educativa, resulta conveniente no convertir estas categorías en una jerarquía rígida. Un abordaje disciplinar o multidisciplinario puede resultar pertinente para determinados propósitos, mientras que otros problemas requieren niveles más profundos de integración. La interdisciplinariedad no debería asumirse automáticamente como superior a cualquier forma disciplinar de construcción del conocimiento (Goos, 2023).

Las investigaciones contemporáneas sobre educación STEM muestran precisamente una diversidad considerable en las maneras de conceptualizar la integración. Los modelos pueden conservar disciplinas claramente identificables, establecer conexiones parciales o desarrollar experiencias en las que las fronteras disciplinares se vuelven menos visibles (Agudelo Rodríguez , 2024).

En esta obra, la interdisciplinariedad se comprenderá como un proceso mediante el cual conocimientos, conceptos, métodos o perspectivas procedentes de dos o más disciplinas se relacionan intencionalmente para construir una interpretación más amplia de un problema. El criterio fundamental no será cuántas disciplinas aparecen, sino qué relaciones intelectuales se construyen entre ellas (Repko & Szostak, 2022).

7.3. Fundamentos epistemológicos de la interdisciplinariedad

La interdisciplinariedad adquiere sentido cuando la naturaleza del problema exige perspectivas diferentes. No debería surgir únicamente de una decisión metodológica destinada a hacer una experiencia educativa más atractiva. Su fundamento principal es epistemológico: determinados fenómenos poseen dimensiones que no pueden comprenderse adecuadamente desde un único marco disciplinar (Repko & Szostak, 2022).

(Repko y Szostak, 2022) sitúan la integración en el centro del trabajo interdisciplinario. El propósito no consiste simplemente en consultar conocimientos procedentes de varias disciplinas, sino en identificar aportes, diferencias, conflictos y relaciones capaces de producir una comprensión más completa. Esta integración exige reconocer que las disciplinas pueden observar aspectos diferentes de una misma realidad. Ante una sequía, por ejemplo, las Ciencias Naturales pueden estudiar precipitación, temperatura, disponibilidad hídrica y funcionamiento de ecosistemas. La Matemática permite cuantificar tendencias, representar variaciones y construir modelos. Las Ciencias Sociales permiten analizar distribución del recurso, actividades económicas, decisiones políticas, desigualdades territoriales y respuestas de las comunidades.

Ninguna de estas perspectivas constituye por sí misma una explicación completa del problema. Sin embargo, tampoco deberían mezclarse de manera indiscriminada. Una serie estadística no explica por sí sola un mecanismo climático; una explicación física sobre precipitación no determina cómo debería distribuirse socialmente el agua; y una interpretación histórica no sustituye la medición de variables ambientales. La integración exige reconocer simultáneamente los aportes y límites de cada campo (Repko & Szostak, 2022).

Este principio resulta particularmente relevante frente a la expansión de enfoques STEM. (Goos,2023) advierten que, aun dentro de propuestas declaradamente interdisciplinarias, la Matemática puede quedar reducida a un instrumento utilizado para resolver problemas científicos o tecnológicos. Los autores sostienen la necesidad de preservar su integridad disciplinar y comprender con mayor precisión cómo contribuye al razonamiento interdisciplinario. Una situación semejante puede ocurrir con las Ciencias Sociales. Incorporar una breve referencia a los "impactos en la sociedad" al final de un problema ambiental no constituye verdadera integración social. Es necesario utilizar conceptos relacionados con territorio, desigualdad, instituciones, cultura, procesos históricos o actores sociales para modificar sustantivamente la interpretación del problema.

La interdisciplinariedad tampoco implica que todas las disciplinas tengan que contribuir de manera equivalente a cada problema. Dependiendo de la pregunta, una perspectiva puede ocupar una posición central y otras proporcionar dimensiones complementarias. La integración no requiere simetría, sino pertinencia epistemológica (Repko & Szostak, 2022). El criterio fundamental consiste, por tanto, en determinar qué conocimientos resultan necesarios para comprender el problema y qué aporta específicamente cada disciplina.

Esta pregunta permite diferenciar una integración intelectualmente significativa de una simple acumulación de contenidos.

7.4. La fragmentación del conocimiento escolar

La organización curricular mediante asignaturas ofrece ventajas evidentes. Permite secuenciar conocimientos, desarrollar lenguajes especializados y construir progresivamente formas disciplinares de razonamiento. Sin embargo, cuando estas fronteras se vuelven completamente impermeables, pueden producir dificultades para relacionar conocimientos aprendidos en contextos diferentes (Goos, 2023).

Un estudiante puede aprender porcentajes en Matemática, ecosistemas en Ciencias Naturales y población en Ciencias Sociales sin necesariamente reconocer cómo esos conocimientos pueden combinarse para analizar la disminución de una especie, los efectos de una sequía o una transformación demográfica. La fragmentación no se produce únicamente porque existan asignaturas distintas, sino cuando los conocimientos permanecen aislados y existen pocas oportunidades para movilizarlos frente a problemas comunes.

La investigación sobre educación STEM integrada muestra que uno de los principales desafíos consiste precisamente en construir conexiones auténticas

entre disciplinas. (Goos, 2023) identifican una diversidad considerable de aproximaciones y muestran que la integración no constituye una consecuencia automática de utilizar problemas contextualizados.

Esta dificultad afecta también al profesorado. La formación profesional suele organizarse alrededor de especialidades disciplinares. Trabajar interdisciplinariamente requiere reconocer conceptos pertenecientes a otros campos, dialogar con especialistas, integrar conocimientos y determinar dónde existen conexiones legítimas (Agudelo Rodríguez , 2024).

(Wu, 2024), mediante un metaanálisis de 21 estudios empíricos publicados entre 2010 y 2023, encontraron una asociación positiva moderada entre experiencias STEM y capacidades docentes para la enseñanza interdisciplinaria. Los efectos variaron según factores como nivel educativo, especialidad, experiencia docente y experiencias interdisciplinarias previas, lo que muestra que la capacidad de integración necesita desarrollarse y no puede considerarse una consecuencia automática de la experiencia profesional.

La respuesta a la fragmentación tampoco consiste en eliminar las asignaturas. Si la integración se produce sin conocimientos disciplinares suficientemente desarrollados, existe el riesgo de

construir conexiones superficiales. La investigación sobre integración STEM ha señalado precisamente la necesidad de preservar la identidad y profundidad de las disciplinas mientras se construyen relaciones entre ellas (Goos, 2023).

Resulta, por ello, más apropiado pensar en un movimiento entre diferenciación e integración. Los estudiantes necesitan oportunidades para profundizar dentro de las disciplinas y, simultáneamente, situaciones en las que puedan movilizar esos conocimientos para interpretar problemas más amplios.

Esta relación puede representarse mediante un movimiento intelectual: comprender desde una disciplina, reconocer sus límites, incorporar otras perspectivas, establecer relaciones y construir una interpretación más amplia. La interdisciplinariedad no reemplaza, por tanto, la organización disciplinar; intenta evitar que esta se convierta en aislamiento epistemológico (Repko & Szostak, 2022).

7.5. Problemas complejos como espacios de integración disciplinar

Los problemas complejos constituyen contextos particularmente relevantes para la interdisciplinariedad porque contienen múltiples relaciones, diferentes escalas, incertidumbre y consecuencias que pueden afectar

simultáneamente sistemas naturales y sociales. Los desafíos relacionados con sostenibilidad muestran especialmente esta característica (Romulo et al., 2024).

El cambio climático constituye un ejemplo evidente. Comprenderlo requiere conocimientos sobre atmósfera, energía, ciclos biogeoquímicos y ecosistemas; análisis matemático de datos, tendencias y modelos; y comprensión histórica, territorial, económica y política de sus causas y consecuencias. La naturaleza del problema obliga a relacionar conocimientos que tradicionalmente se encuentran distribuidos entre diferentes campos. La complejidad no debe confundirse con dificultad. Un problema puede ser matemáticamente difícil y permanecer dentro de una sola disciplina. Un problema complejo, en cambio, contiene componentes interdependientes cuya interpretación exige considerar relaciones entre diferentes dimensiones (Repko & Szostak, 2022).

Agua, energía y alimentación constituyen un ejemplo especialmente representativo. (Romulo et al, 2024) analizan el nexo alimento-energía-agua como una estructura útil para la educación interdisciplinaria en sostenibilidad, precisamente porque permite examinar interdependencias entre sistemas que suelen estudiarse separadamente. Por ejemplo, construir una represa puede aumentar la

producción energética y modificar la capacidad de almacenamiento de agua. Simultáneamente, puede transformar ecosistemas, usos del suelo, actividades económicas y condiciones de vida de poblaciones localizadas en el territorio. Una evaluación exclusivamente energética sería insuficiente para comprender el conjunto de implicaciones.

La interdisciplinariedad permite formular preguntas complementarias: ¿cuánta energía podría producirse?, ¿qué ecosistemas serían afectados?, ¿qué poblaciones utilizan actualmente ese territorio?, ¿cómo cambiaría la disponibilidad de agua?, ¿qué costos y beneficios se distribuirían entre diferentes grupos? La interpretación integrada de estas preguntas permite construir una comprensión más amplia del problema (Romulo et al., 2024).

Este enfoque requiere también reconocer incertidumbre. Los problemas complejos rara vez permiten predecir todas las consecuencias con absoluta precisión. Los modelos simplifican determinadas relaciones y las decisiones necesitan considerar tanto la evidencia disponible como los límites del conocimiento. La educación interdisciplinaria adquiere así un sentido que trasciende la conexión curricular: proporciona formas de organizar conocimientos para interpretar problemas cuya estructura se aproxima a la

complejidad del mundo contemporáneo (Romulo et al., 2024).

7.6. Relaciones entre pensamiento matemático, científico y social

Los capítulos anteriores mostraron tres formas de pensamiento con identidades particulares. La interdisciplinariedad permite analizar cómo pueden relacionarse sin convertirlas en una única forma genérica de razonamiento. Preservar estas diferencias constituye una condición para evitar que una disciplina quede subordinada a otra durante los procesos de integración (Goos et al., 2023).

El pensamiento matemático permite cuantificar, establecer relaciones, representar variaciones, identificar patrones y construir modelos. Estas capacidades pueden utilizarse para estudiar fenómenos naturales y sociales, pero conservan criterios propios de coherencia y validación.El pensamiento científico intenta construir explicaciones sobre fenómenos naturales mediante observación, modelización, indagación y evidencia. Los modelos matemáticos pueden constituir instrumentos fundamentales para este proceso, pero una relación matemática necesita interpretarse dentro de mecanismos y teorías científicas para adquirir significado respecto de un fenómeno natural.

El pensamiento social incorpora temporalidad,

territorio, actores, instituciones, fuentes y perspectivas. Puede utilizar datos cuantitativos, pero comprender una transformación social no se reduce a describir estadísticamente su comportamiento. Cada una de estas formas de pensamiento selecciona aspectos diferentes de la realidad y construye preguntas específicas. Considérese un aumento de temperatura promedio registrado durante varias décadas. La Matemática permite analizar series temporales, tendencias y variabilidad. Las Ciencias Naturales permiten interpretar los mecanismos físicos y ambientales relacionados con ese cambio. Las Ciencias Sociales permiten estudiar qué actividades contribuyen al fenómeno, qué territorios y poblaciones resultan más vulnerables y cómo las sociedades responden mediante políticas y decisiones colectivas.

La información cuantitativa atraviesa las tres perspectivas, pero desempeña funciones diferentes. El dato necesita adquirir significado dentro de una pregunta disciplinar. Precisamente por ello, (Goos et al, 2023) advierten que la Matemática no debería quedar reducida al papel de herramienta auxiliar dentro de propuestas STEM, sino que sus conceptos y procesos de razonamiento deben hacerse visibles.

De manera semejante, las Ciencias Sociales no deberían reducirse a una discusión final sobre "consecuencias sociales". La interpretación

territorial, histórica, económica y política puede modificar profundamente la manera de comprender un problema ambiental. Las Ciencias Naturales tampoco funcionan únicamente como proveedoras de hechos, pues aportan modelos explicativos necesarios para establecer mecanismos y evaluar relaciones causales. La integración surge cuando estas diferentes formas de pensamiento interactúan para responder a una pregunta común. La contribución interdisciplinaria depende, por tanto, menos de la presencia formal de varias asignaturas que de las relaciones construidas entre sus formas de conocimiento (Goos et al., 2023).

7.7. Análisis interdisciplinario de problemas contemporáneos

interdisciplinariedad adquiere mayor claridad cuando se observa frente a problemas concretos. Los casos que siguen no se presentan como actividades para estudiantes ni como modelos didácticos que deban reproducirse. Constituyen análisis destinados a mostrar cómo diferentes formas de conocimiento pueden contribuir a comprender un mismo fenómeno. Un problema interdisciplinario necesita contener dimensiones que no puedan comprenderse adecuadamente mediante una sola disciplina. Además, cada perspectiva incorporada debe realizar una contribución conceptualmente reconocible y las diferentes contribuciones

necesitan relacionarse para modificar o ampliar la interpretación del problema (Repko & Szostak, 2022).

Esta última condición resulta fundamental. Si cada disciplina responde independientemente y las respuestas simplemente se colocan una junto a otra, existe pluralidad o multidisciplinariedad, pero la integración permanece limitada. El elemento distintivo de la interdisciplinariedad reside precisamente en la construcción de conexiones entre conocimientos (Repko & Szostak, 2022).

Los cuatro casos seleccionados agua, cambio climático, biodiversidad y movilidad humana poseen características diferentes. Los tres primeros muestran relaciones especialmente intensas entre sistemas naturales y sociales; el último permite observar cómo la Matemática y el análisis de datos pueden relacionarse con un fenómeno principalmente social, histórico y territorial. No se pretende agotar estos problemas. Su función consiste en hacer visible la arquitectura del razonamiento interdisciplinario y mostrar que la contribución de cada disciplina depende de la naturaleza específica de la pregunta analizada.

7.8. Agua y sociedad: medición, naturaleza y realidad social

El agua constituye simultáneamente una sustancia natural, un componente de ecosistemas, un

recurso utilizado por las sociedades y un elemento asociado con territorio, economía y desigualdad. Esta multiplicidad explica su potencial para el análisis interdisciplinario. La investigación reciente sobre alfabetización hídrica muestra precisamente una tendencia hacia enfoques que relacionan conocimiento científico, sostenibilidad y dimensiones educativas más amplias (Imaduddin & Eilks, 2024).

Desde las Ciencias Naturales pueden estudiarse propiedades del agua, ciclo hidrológico, cuencas, precipitación, infiltración, calidad y relaciones con ecosistemas. Estas explicaciones permiten comprender disponibilidad física y transformaciones del recurso. La Matemática permite cuantificar consumo, precipitación, caudales, reservas y variaciones temporales. También posibilita comparar tasas, construir gráficos, analizar tendencias y modelizar escenarios. Los datos cuantitativos permiten representar dimensiones del sistema que no pueden comprenderse adecuadamente mediante observaciones aisladas.

Considérese una ciudad cuyo consumo de agua aumenta mientras las precipitaciones disminuyen durante varios años. Analizar únicamente la reducción porcentual de lluvia describe una parte del problema. Resulta necesario comprender procesos hidrológicos y, simultáneamente, examinar crecimiento poblacional, distribución

de infraestructura y patrones de consumo.Las Ciencias Sociales incorporan precisamente estas dimensiones. El acceso al agua puede variar entre sectores urbanos y rurales, grupos socioeconómicos y actividades productivas. Las decisiones sobre distribución, tarifas, infraestructura y protección de fuentes constituyen también decisiones sociales, económicas y políticas.

(Imaduddin y Eilks, 2024), mediante una revisión de alcance y análisis bibliométrico de la investigación internacional sobre alfabetización y educación hídrica, identificaron estudios desarrollados tanto en contextos formales como no formales y propusieron un marco para integrar la educación sobre el agua dentro de la educación científica mediante experiencias vinculadas con las comunidades.

La integración ocurre cuando estas perspectivas se modifican mutuamente. Saber que existe determinada cantidad de agua disponible no permite establecer si su distribución es equitativa. Reconocer desigualdad de acceso no explica por sí mismo la disponibilidad física del recurso. Y proyectar matemáticamente una demanda futura requiere interpretar las condiciones ambientales y sociales sobre las que se construye el modelo.

El problema puede comprenderse como un sistema de relaciones entre disponibilidad natural, medición y modelización, usos sociales, distribución

territorial, decisiones y nuevas transformaciones ambientales. La relación no es lineal: las decisiones sociales modifican nuevamente el sistema natural mediante extracción, contaminación, infraestructura y conservación.El agua muestra así que la interdisciplinariedad no consiste simplemente en estudiar el mismo objeto desde tres asignaturas, sino en comprender relaciones entre naturaleza, cantidad, territorio y sociedad (Imaduddin & Eilks, 2024; Romulo et al., 2024).

7.9. Cambio climático: datos, evidencia científica y transformación social

El cambio climático representa uno de los ejemplos contemporáneos más claros de un problema que exige integración disciplinar. Ninguna perspectiva aislada permite comprender simultáneamente sus mecanismos, magnitud, causas sociales, distribución territorial de los impactos y posibilidades de respuesta. La Matemática interviene de manera fundamental en el análisis de series temporales, variabilidad, tendencias, probabilidades y modelos. Los cambios climáticos no pueden inferirse a partir de un día particularmente frío o caliente; requieren analizar patrones construidos mediante conjuntos amplios de datos y periodos suficientemente extensos.

Esto muestra una diferencia fundamental entre experiencia inmediata y evidencia sistemática. Una percepción individual acerca del clima

puede constituir un punto de partida para formular preguntas, pero las conclusiones acerca de tendencias climáticas necesitan construirse mediante datos obtenidos y analizados sistemáticamente. Las Ciencias Naturales permiten interpretar esos datos mediante conocimientos sobre efecto invernadero, balance energético, ciclos biogeoquímicos, océanos, atmósfera y ecosistemas. Una tendencia estadística adquiere significado científico cuando puede relacionarse con mecanismos capaces de explicarla.

Sin embargo, el cambio climático no constituye únicamente un fenómeno natural. Sus causas y consecuencias se encuentran relacionadas con sistemas energéticos, industrialización, consumo, urbanización, uso del suelo, modelos productivos y decisiones políticas. Esta interacción entre dimensiones naturales y sociales convierte al cambio climático en un problema particularmente representativo de la necesidad de integración (Romulo et al., 2024).

Las Ciencias Sociales permiten analizar, además, una dimensión fundamental: la vulnerabilidad no se distribuye uniformemente. Dos comunidades expuestas a un mismo evento climático pueden experimentar consecuencias diferentes dependiendo de infraestructura, ingresos, localización, capacidad institucional, actividades

económicas y acceso a recursos.Un ejemplo puede observarse frente al aumento del nivel del mar. La medición y modelización permiten estimar tendencias y escenarios; las Ciencias Naturales explican procesos físicos relacionados con expansión térmica y pérdida de hielo continental; y las Ciencias Sociales permiten analizar distribución de poblaciones costeras, infraestructura, desigualdad, movilidad y políticas de adaptación.

Ninguna perspectiva es accesoria. Si se elimina el conocimiento científico, los mecanismos permanecen incomprendidos; sin análisis cuantitativo resulta difícil establecer magnitudes y escenarios; sin conocimiento social no puede interpretarse quién resulta afectado, por qué existen diferencias de vulnerabilidad ni cómo las sociedades pueden responder.La interdisciplinariedad permite así pasar de una pregunta limitada acerca de si está aumentando la temperatura hacia un sistema de interrogantes relacionados con cuánto cambia, por qué cambia, qué consecuencias produce, cómo se distribuyen esas consecuencias y qué decisiones pueden modificar las trayectorias futuras.

7.10. Biodiversidad, territorio y sociedad

La biodiversidad constituye otro problema que muestra claramente las relaciones entre dimensiones naturales, cuantitativas y sociales. Su comprensión científica incluye diversidad genética,

diversidad de especies y diversidad de ecosistemas, pero sus transformaciones se encuentran también relacionadas con usos del territorio, actividades productivas y decisiones humanas. Las Ciencias Naturales permiten analizar relaciones ecológicas, evolución, poblaciones, hábitats y funcionamiento de ecosistemas. La desaparición o disminución de una especie puede producir modificaciones en cadenas tróficas, polinización, disponibilidad de recursos o ciclos de nutrientes.

La Matemática permite estimar abundancia, comparar poblaciones, analizar tasas de cambio y representar distribuciones. Los indicadores de biodiversidad intentan sintetizar información compleja, pero cualquier índice constituye una representación parcial que necesita ser interpretada dentro de un contexto ecológico.Por ejemplo, registrar una disminución del 30 % en una población durante una década constituye información cuantitativa relevante, pero no explica sus causas. Para ello se necesita estudiar cambios de hábitat, disponibilidad de alimento, contaminación, enfermedades u otros mecanismos ecológicos.

Las Ciencias Sociales incorporan usos del territorio, actividades económicas, propiedad, políticas de conservación, conocimientos locales y conflictos asociados con recursos naturales. El problema deja entonces de ser exclusivamente ecológico para

convertirse también en territorial, económico y político. La deforestación muestra esta interacción. Puede medirse mediante superficies y tasas de pérdida; puede analizarse ecológicamente mediante sus efectos sobre especies, suelos y ciclos de agua; y puede interpretarse socialmente mediante expansión agrícola, mercados, políticas territoriales y condiciones económicas de las poblaciones.

Una política de conservación diseñada exclusivamente desde indicadores biológicos puede encontrar dificultades si desconoce cómo utilizan el territorio las comunidades que viven en él. De manera semejante, una política económica que ignore procesos ecológicos puede producir degradación que comprometa la sostenibilidad de las propias actividades productivas. Los problemas de sostenibilidad requieren precisamente analizar este tipo de interdependencias (Romulo et al., 2024).

La integración interdisciplinaria permite reconocer que biodiversidad y sociedad no constituyen sistemas independientes. Las sociedades transforman ecosistemas y, simultáneamente, dependen de procesos ecológicos.Este caso introduce además una dimensión temporal. Los efectos de determinadas decisiones pueden aparecer muchos años después, mientras que algunos beneficios económicos pueden ser inmediatos. Comparar

escalas temporales y espaciales constituye, por tanto, una parte esencial del análisis.

La biodiversidad permite relacionar medición, funcionamiento ecológico, transformación territorial, actividad económica y decisiones colectivas dentro de un mismo problema, mostrando nuevamente que la integración surge de las relaciones entre conocimientos y no de su simple coexistencia.

7.11. Población, movilidad humana y territorio

La movilidad humana posee una naturaleza principalmente social, histórica y territorial, pero permite mostrar que la interdisciplinariedad no necesita distribuir siempre el protagonismo de forma idéntica entre las disciplinas. Las dinámicas migratorias constituyen procesos complejos relacionados con factores económicos, políticos, familiares, ambientales y territoriales (McAuliffe & Oucho, 2024).

Migraciones internas e internacionales pueden analizarse mediante demografía, Historia, Geografía, Economía y Ciencia Política. La Matemática proporciona instrumentos indispensables para describir magnitud, composición, distribución y transformación de estos movimientos mediante tasas, proporciones, series temporales y representaciones estadísticas.Pirámides poblacionales, series temporales y mapas permiten

identificar patrones que difícilmente serían visibles mediante observaciones aisladas. Sin embargo, los datos no explican por sí mismos por qué las personas se desplazan ni cómo esos movimientos transforman los territorios.

Las Ciencias Sociales permiten analizar empleo, desigualdad, conflictos, redes familiares, fronteras, políticas migratorias, identidad y transformaciones territoriales. La dimensión histórica resulta igualmente necesaria: determinados flujos contemporáneos pueden relacionarse con procesos económicos y políticos desarrollados durante décadas. La Geografía introduce relaciones entre origen, destino, distancia, redes y territorio. Un movimiento poblacional modifica simultáneamente los lugares de salida, tránsito y llegada. El World Migration Report 2024 muestra precisamente la diversidad regional de las dinámicas migratorias y la necesidad de interpretarlas mediante datos y contextos económicos, sociales y políticos (McAuliffe & Oucho, 2024).

Por ejemplo, una disminución de población joven en una zona rural puede representarse estadísticamente. Pero comprenderla requiere estudiar oportunidades educativas y laborales, acceso a servicios, transformaciones productivas y relaciones entre espacios rurales y urbanos. Los factores ambientales pueden incorporarse

cuando resultan relevantes. Sequías, inundaciones o degradación de suelos pueden interactuar con condiciones económicas, sociales y políticas en determinadas decisiones migratorias. Sin embargo, la complejidad de la movilidad humana impide establecer explicaciones monocausales a partir de un único factor (McAuliffe & Oucho, 2024).

Este ejemplo muestra una característica importante de la interdisciplinariedad: la integración no exige simetría. En un problema de movilidad humana, las Ciencias Sociales pueden constituir la perspectiva central; la Matemática contribuye mediante análisis cuantitativo y las Ciencias Naturales intervienen cuando existen dimensiones ambientales pertinentes. La calidad de la integración depende de la pertinencia de las contribuciones y de las relaciones establecidas entre ellas, no de repartir artificialmente el mismo espacio entre disciplinas (Repko & Szostak, 2022).

7.12. Posibilidades, tensiones y límites de la interdisciplinariedad

La interdisciplinariedad ofrece posibilidades importantes para comprender problemas complejos, conectar conocimientos y superar determinadas formas de fragmentación. Sin embargo, sus beneficios no deberían idealizarse. La literatura muestra dificultades relacionadas con profundidad disciplinar, formación docente, colaboración y

equilibrio entre campos de conocimiento (Agudelo Rodríguez et al., 2024).

Una primera tensión aparece entre amplitud y profundidad. Incorporar múltiples disciplinas puede ampliar la comprensión de un problema, pero también reducir el espacio disponible para desarrollar conceptos específicos. La integración pierde valor cuando los conocimientos utilizados son tan superficiales que no permiten producir interpretaciones rigurosas (Repko & Szostak, 2022).

Una segunda dificultad corresponde al desequilibrio disciplinar. (Goos et al, 2023) muestran que en educación STEM la Matemática puede quedar subordinada a otras disciplinas y funcionar principalmente como herramienta de cálculo. Problemas semejantes pueden ocurrir con cualquier campo cuando su presencia responde más a requisitos formales que a una necesidad epistemológica.

Otra tensión se encuentra en la formación docente. Los profesores poseen habitualmente especialización disciplinar y trabajar interdisciplinariamente requiere colaboración, planificación y capacidad para reconocer los límites del propio conocimiento. (Agudelo Rodríguez et al, 2024), mediante una revisión sistemática de programas de formación docente STEM, destacan precisamente la importancia de desarrollar capacidades explícitas

para la integración disciplinar.

El metaanálisis de (Wu et al, 2024) aporta evidencia complementaria. A partir de 21 estudios empíricos, los autores encontraron una asociación positiva moderada entre educación STEM y capacidades docentes interdisciplinarias, pero también observaron que los efectos se modificaban según variables como especialidad, nivel educativo, experiencia docente y experiencia interdisciplinaria previa. Existe además un riesgo de confundir interdisciplinariedad con contextualización. Utilizar datos sobre contaminación dentro de un ejercicio matemático no convierte necesariamente el análisis en interdisciplinario. Para que exista integración, el conocimiento ambiental tendría que intervenir sustantivamente en la interpretación o resolución del problema (Goos et al., 2023).

La misma precaución se aplica a los denominados proyectos interdisciplinarios. La elaboración de un producto común puede generar colaboración organizativa sin que exista verdadera integración cognitiva. La literatura sobre transdisciplinariedad e integración STEM muestra precisamente la necesidad de examinar qué disciplinas participan, cómo se relacionan y qué supuestos acerca del conocimiento orientan esas relaciones (Takeuchi et al., 2020).

Por ello, la interdisciplinariedad debería evaluarse preguntando qué aporta cada disciplina, qué relaciones se establecen entre sus aportes, qué comprensión nueva se obtiene gracias a esas relaciones y qué dimensiones habrían quedado sin explicar desde una única perspectiva (Repko & Szostak, 2022).

Los cuatro casos examinados muestran formas diferentes de integración. En el agua, las relaciones entre disponibilidad natural, cuantificación y distribución social ocupan el centro; en el cambio climático interactúan modelos, mecanismos físicos y vulnerabilidad social; en biodiversidad se conectan procesos ecológicos, medición y territorio; y en movilidad humana predomina la interpretación social y geográfica acompañada por análisis cuantitativo y, cuando corresponde, ambiental. No existe, por tanto, una fórmula universal para la interdisciplinariedad. La estructura de la integración depende de la naturaleza del problema y de las preguntas formuladas. Esta flexibilidad no elimina el rigor; por el contrario, exige justificar por qué determinados conocimientos necesitan ponerse en relación (Repko & Szostak, 2022).

Esta conclusión posee especial relevancia para la estructura de la presente obra. Los capítulos disciplinares anteriores no constituyeron etapas destinadas a ser superadas por la interdisciplinariedad.

Proporcionaron precisamente los conocimientos que hacen posible establecer relaciones rigurosas. Como señalan (Goos et al.,2023), la integración necesita mantener visible la contribución disciplinar para evitar que los campos implicados pierdan profundidad o identidad.

La construcción interdisciplinaria puede sintetizarse mediante una secuencia analítica: problema complejo → identificación de dimensiones → aportes disciplinares → contraste de perspectivas → establecimiento de relaciones → integración interpretativa. La integración representa el punto decisivo. Sin ella existe pluralidad disciplinar, pero no necesariamente interdisciplinariedad (Repko & Szostak, 2022).

La experiencia profesional puede contribuir a identificar problemas donde estas relaciones resultan relevantes. Situaciones observadas durante años de enseñanza pueden mostrar que determinados fenómenos desbordan las fronteras de una asignatura. Sin embargo, siguiendo el principio epistemológico mantenido en esta obra, la experiencia no constituye evidencia científica por sí misma. Su valor emerge cuando es sometida a reflexión y contrastada con conocimientos e investigaciones producidos sistemáticamente. Esta relación conduce al siguiente capítulo. Después de analizar fundamentos educativos, formas

disciplinares de conocimiento y posibilidades de integración, resulta pertinente examinar cómo estos saberes se reconstruyen a lo largo de una trayectoria profesional. El Capítulo 8 abordará precisamente la relación entre experiencia, trayectoria y transformación de la profesión docente, incorporando las tres perspectivas profesionales que atraviesan esta obra.

CAPÍTULO VIII

EXPERIENCIA, TRAYECTORIA Y TRANSFORMACIÓN DE LA PROFESIÓN DOCENTE

CASA EDITORA DEL POLO

Las trayectorias profesionales de los docentes han sido descritas en la literatura como un recorrido a la vez profesional, ocupacional, individual y colectivo que abarca tanto elementos profesionales u ocupacionales como componentes psicológicos, organizativos y sociales (Imbernon y Canto, 2023). Este itinerario profesional se configura mediante diversas estrategias y tensiones que permiten a los docentes afrontar los desafíos inherentes a la enseñanza a lo largo de su práctica pedagógica (Sánchez y Huchim, 2022). Por consiguiente, cabe sostener que estas trayectorias ofrecen claves para comprender los procesos de aprendizaje profesional docente; de ahí que sea habitual encontrar vínculos teóricos entre el desarrollo profesional, la formación continua y dichas trayectorias, dada la naturaleza sumamente compleja y dependiente del contexto que caracteriza a la profesión docente (Coldwell, 2023).

El desarrollo profesional docente se entiende como un conjunto de condiciones, experiencias, aprendizajes, desafíos y otros factores que los docentes encuentran en el ejercicio de su labor. Por tanto, no es posible analizar el desarrollo profesional reduciéndolo únicamente a la formación continua; dicho análisis debe incorporar factores objetivos, subjetivos, intersubjetivos y culturales tales como el salario, el mercado laboral, el entorno de trabajo, las políticas centradas en el profesorado

y la cultura laboral del centro educativo donde se desempeñan, entre otros elementos (López, 2023). Un aspecto central del desarrollo profesional docente es aquel aprendizaje que conduce a cambios efectivos en las prácticas pedagógicas, especialmente cuando estos cambios reflejan nuevas comprensiones de dichas prácticas y surgen de la colaboración dentro de redes docentes. Así, la profesión docente entendida como el conjunto de prácticas y concepciones pedagógicas que la constituyen resulta fundamental en los procesos de desarrollo profesional.

8.1. Experiencia y conocimiento profesional

La experiencia ocupa una posición central en la profesión docente. Enseñar durante diferentes periodos, trabajar con grupos diversos, enfrentar cambios curriculares y resolver situaciones imprevistas proporciona oportunidades para construir conocimientos que difícilmente podrían adquirirse exclusivamente mediante formación teórica. Sin embargo, la experiencia acumulada no debe identificarse automáticamente con conocimiento profesional ni con experticia (Anderson, 2023).

Esta distinción resulta fundamental. El número de años dedicados a una profesión constituye una medida temporal, pero no permite determinar por sí mismo la calidad del conocimiento construido durante ese periodo. La investigación sobre

experticia docente muestra que la experiencia constituye una condición que puede favorecer el desarrollo profesional, pero no garantiza por sí sola niveles superiores de actuación (Anderson & Taner, 2023).

(Anderson y Taner, 2023), a partir de una metasíntesis de 106 estudios empíricos sobre docentes expertos de Educación Primaria y Secundaria, identificaron 73 características distribuidas en diferentes dominios relacionados con cognición, conocimiento, prácticas e identidad profesional. Estos resultados evidencian que la experticia constituye una estructura compleja que no puede reducirse a la antigüedad laboral.

La experiencia adquiere mayor valor formativo cuando es objeto de interpretación. Situaciones recurrentes, decisiones que producen determinados resultados, dificultades observadas en los estudiantes o transformaciones institucionales pueden convertirse en fuentes para el aprendizaje profesional cuando el docente examina críticamente aquello que ocurre y reconsidera sus formas de actuación Desde esta perspectiva, el conocimiento profesional no surge únicamente de aplicar teorías previamente adquiridas. También se construye mediante interacciones entre conocimiento disciplinar, formación pedagógica, contexto, decisiones y experiencia. Clandinin, utilizaron el concepto de conocimiento práctico

personal para describir una forma de conocimiento docente que se desarrolla y expresa dentro de los contextos de actuación profesional.

Este conocimiento posee un carácter situado. Las decisiones que resultan pertinentes frente a determinados estudiantes, instituciones o contextos pueden necesitar modificaciones cuando cambian las condiciones de enseñanza. Por ello, el conocimiento profesional incluye no solamente repertorios de estrategias, sino capacidad para interpretar situaciones y seleccionar respuestas apropiadas (Anderson & Taner, 2023).

No obstante, reconocer el valor de la experiencia profesional exige mantener una distinción epistemológica fundamental: experiencia y evidencia científica no son equivalentes. Una observación repetida durante años puede proporcionar indicios, preguntas e hipótesis relevantes, pero no permite establecer automáticamente generalizaciones acerca de estudiantes, instituciones o sistemas educativos (Anderson, 2023).

Por ejemplo, un docente puede observar repetidamente que determinados estudiantes presentan dificultades frente a una forma de representación matemática, una explicación científica o la interpretación de una fuente histórica. Esarecurrenciaposeeimportanciaprofesionalporque

puede orientar modificaciones en la enseñanza y generar preguntas relevantes. Sin embargo, determinar si esa dificultad constituye un patrón más amplio requiere contrastarla con investigación sistemática. El conocimiento profesional construido desde la experiencia adquiere mayor consistencia cuando se articula con teoría e investigación. La relación puede expresarse mediante la secuencia que orienta esta obra: experiencia → reflexión → contraste con investigación → interpretación. De esta manera, la experiencia constituye una fuente para formular problemas y comprender contextos, mientras que la investigación permite contrastar las interpretaciones construidas a partir de ella (Ventista & Brown, 2023).

La experiencia constituye así una fuente valiosa de conocimiento profesional, pero su potencial no reside simplemente en haber vivido muchas situaciones educativas. Su verdadero valor aparece cuando esas experiencias son examinadas, contrastadas y convertidas en aprendizaje profesional.

8.2. La trayectoria docente como construcción de saberes

La profesión docente se desarrolla durante periodos prolongados y no puede comprenderse adecuadamente mediante una fotografía tomada en un momento aislado. Las expectativas, conocimientos, formas de enseñar y maneras de

comprender la profesión se modifican conforme los docentes atraviesan diferentes instituciones, responsabilidades y contextos sociales (Rushton et al., 2023).

La noción de trayectoria permite analizar precisamente este carácter temporal. Una trayectoria profesional no constituye solamente una sucesión cronológica de empleos, instituciones o cargos. Comprende experiencias, decisiones, cambios, continuidades, aprendizajes y relaciones mediante las cuales se configura progresivamente una manera particular de comprender y ejercer la profesión (Rushton et al., 2023).

La revisión sistemática de (Rushton et al, 2023), basada en 412 investigaciones publicadas entre 2000 y 2021, muestra que la identidad profesional docente se relaciona con contextos, comunidades, narrativas profesionales, procesos de iniciación, especialidades disciplinares y situaciones de cambio, transición y conflicto. Estos hallazgos permiten comprender la trayectoria como un proceso dinámico y no como una acumulación lineal de experiencias.

Los contextos institucionales desempeñan un papel fundamental dentro de ese proceso. Un mismo docente puede desarrollar formas diferentes de actuación dependiendo de los estudiantes, los recursos disponibles, las culturas institucionales,

los niveles educativos y las responsabilidades profesionales. Clandinin y Connelly recurrieron a la noción de paisaje de conocimiento profesional para explicar cómo aquello que los docentes saben y hacen se encuentra relacionado con los escenarios en los que desarrollan su trabajo. Esta perspectiva resulta particularmente pertinente cuando una trayectoria atraviesa diferentes niveles y modalidades educativas. La enseñanza en Educación Básica, Bachillerato, educación de adultos, universidad o formación de futuros docentes plantea exigencias diferentes y obliga a reorganizar conocimientos y formas de intervención profesional (Anderson, 2023).

La trayectoria tampoco representa únicamente adaptación al contexto. Los docentes pueden intervenir activamente en los procesos de cambio mediante innovación pedagógica, investigación, aprendizaje profesional, transformación curricular y participación institucional. La revisión de (Ngo Cong-Lem, 2026), basada en 42 estudios empíricos sobre agencia docente en educación superior, identifica precisamente estas formas de actuación profesional.

Esta relación entre contexto y agencia muestra que los docentes no son solamente receptores de reformas o decisiones externas. Interpretan las demandas institucionales, negocian posibilidades

de actuación y pueden modificar determinadas condiciones mediante decisiones individuales y colectivas (Ngo Cong-Lem, 2026).

La trayectoria permite, por tanto, distinguir experiencia profesional de simple antigüedad. La antigüedad informa cuánto tiempo se ha ejercido una profesión; la trayectoria incorpora qué se ha aprendido, qué ha cambiado, qué se ha mantenido y qué significado se atribuye a aquello vivido (Rushton et al., 2023).

Analizar una trayectoria docente supone así estudiar cómo se relacionan experiencia, identidad, conocimiento, contexto y cambio. Esta perspectiva permite comprender las tres trayectorias que atraviesan esta obra como expresiones de una misma profesión desarrollada en momentos históricos, niveles educativos y campos disciplinares diferentes.

8.3. Aprender a enseñar a través del tiempo

La formación inicial representa solamente una etapa dentro del aprendizaje profesional docente. Enseñar exige continuar aprendiendo porque cambian los estudiantes, los currículos, los conocimientos disciplinares, las tecnologías y las expectativas sociales sobre la educación. La profesionalidad docente posee, en consecuencia, una dimensión de aprendizaje permanente (Lopes et al., 2024).

La investigación sobre docentes expertos permite observar esta característica. (Anderson y Taner, 2023) encontraron entre las características más recurrentes de la experticia un conocimiento pedagógico del contenido desarrollado, conocimiento profundo de los estudiantes, flexibilidad, reflexión sobre la propia práctica, colaboración y disposición hacia el aprendizaje continuo.

Estos hallazgos cuestionan una concepción lineal según la cual enseñar se vuelve automáticamente más eficaz con el paso del tiempo. La experiencia proporciona oportunidades para construir experticia, pero esas oportunidades necesitan convertirse en aprendizaje mediante reflexión, actualización y reorganización del conocimiento profesional (Anderson & Taner, 2023).

El aprendizaje profesional puede producirse mediante cursos, programas de formación, investigación, observación de colegas, comunidades profesionales, acompañamiento, colaboración, lectura académica y análisis de la propia práctica. La diversidad de estas posibilidades muestra que el desarrollo profesional excede ampliamente la participación ocasional en capacitaciones (Ventista & Brown, 2023).

(Ventista y Brown, 2023), mediante una revisión sistemática de 125 estudios, encontraron diferentes modalidades de aprendizaje profesional y señalaron

que gran parte de la evidencia experimental y cuasiexperimental disponible se concentra en programas formativos estructurados. También identificaron diferencias entre niveles y áreas disciplinares, lo que muestra que las oportunidades de desarrollo profesional no se distribuyen de manera uniforme.

Esto significa que desarrollo profesional no equivale simplemente a asistir a cursos. Una experiencia formativa adquiere mayor relevancia cuando se relaciona con problemas auténticos de la práctica, se sostiene durante el tiempo y permite modificar conocimientos o formas de actuación profesional (Lopes et al., 2024).

La especialización disciplinar introduce además otra dimensión. Un profesor de Matemática continúa aprendiendo tanto contenidos y desarrollos de su disciplina como investigación en educación matemática; un docente de Ciencias Naturales necesita mantenerse en relación con transformaciones del conocimiento científico y su didáctica; y un profesor de Ciencias Sociales requiere actualizar interpretaciones, debates, fuentes y formas de construcción del conocimiento social. Las revisiones sobre identidad y experticia muestran precisamente que la especialidad disciplinar forma parte de la construcción profesional y que los conocimientos asociados con la enseñanza

se desarrollan dentro de campos y contextos específicos (Anderson & Taner, 2023).

Aprender a enseñar durante toda la trayectoria supone así una doble actualización: profundizar el conocimiento acerca de aquello que se enseña y desarrollar nuevas maneras de hacerlo comprensible para estudiantes y contextos diferentes. La profesión docente puede entenderse, desde esta perspectiva, como una actividad intelectual permanentemente abierta al aprendizaje (Lopes et al., 2024).

8.4. Transformaciones observadas en los estudiantes

Una de las dimensiones más visibles para quienes desarrollan trayectorias docentes prolongadas corresponde a los cambios observados en los estudiantes. Formas de comunicación, acceso a información, utilización de tecnologías, expectativas educativas y relaciones con el conocimiento se modifican a medida que también cambian las sociedades y los entornos tecnológicos (GEMRT, 2023).

Sin embargo, interpretar estas transformaciones exige precaución. La experiencia profesional puede producir comparaciones entre "los estudiantes de antes" y "los estudiantes actuales", pero estas apreciaciones pueden encontrarse influenciadas por memoria selectiva, cambios en el propio docente

y diferencias entre instituciones o generaciones. La experiencia requiere, por ello, contrastarse con evidencia antes de convertir percepciones generacionales en afirmaciones generales.

La transformación digital constituye uno de los cambios más evidentes. El informe mundial de seguimiento de la educación de UNESCO señala que la tecnología digital ha modificado las formas de acceso a contenidos, comunicación, producción de información y organización de procesos educativos, aunque advierte que sus efectos dependen del contexto, la equidad y la manera en que se integra pedagógicamente (GEMRT, 2023).

Los estudiantes pueden acceder actualmente de manera inmediata a definiciones, procedimientos, imágenes, simulaciones, videos y explicaciones producidas desde múltiples fuentes. Sin embargo, mayor disponibilidad de información no equivale automáticamente a mejor comprensión. La UNESCO advierte precisamente que la tecnología debe encontrarse al servicio de objetivos educativos y de la interacción humana y no asumirse como una mejora por sí misma (GEMRT, 2023).

En consecuencia, algunas funciones docentes adquieren una nueva centralidad. Además de proporcionar información y explicaciones, el profesor necesita favorecer selección, contextualización, interpretación y evaluación crítica del

conocimiento disponible. Estas transformaciones serán desarrolladas con mayor profundidad en el capítulo dedicado a tecnología e inteligencia artificial. Los cambios tampoco son exclusivamente tecnológicos. Las aulas contemporáneas se encuentran atravesadas por mayor reconocimiento de diversidad de trayectorias, contextos y necesidades educativas, lo que exige formas de actuación profesional capaces de responder a situaciones heterogéneas. La identidad y práctica docente se construyen precisamente en interacción con estas transformaciones contextuales (Rushton et al., 2023).

La experiencia profesional puede permitir reconocer también importantes continuidades. Aunque cambien herramientas y contextos, algunas dificultades relacionadas con conceptos disciplinares pueden mantenerse durante generaciones. La experticia permite interpretar estas situaciones y adaptar las respuestas pedagógicas en función de los estudiantes concretos y no solamente de supuestas características generacionales (Anderson & Taner, 2023).

Esta convivencia entre cambio y continuidad constituye una dimensión relevante del conocimiento profesional. El docente experimentado no solamente observa que determinadas características de los estudiantes se transforman; puede aprender a

distinguir aquello vinculado con cambios sociales y tecnológicos de aquello que responde a dificultades propias del aprendizaje de determinados conceptos.

Por ello, las transformaciones estudiantiles no deberían conducir a oposiciones simplificadas entre generaciones. Resulta más consistente analizarlas como parte de cambios sociales, culturales y tecnológicos más amplios que modifican las condiciones en las que ocurre la educación (Rushton et al., 2023).

8.5. La escuela y la profesión docente en transformación

Las instituciones educativas también cambian. Currículos, sistemas de evaluación, tecnologías, formas de gestión, políticas públicas y relaciones entre escuela y sociedad se modifican durante el tiempo. Estas transformaciones alteran tanto las condiciones cotidianas de trabajo como las maneras mediante las cuales los docentes comprenden su profesión (Rushton et al., 2023).

La identidad profesional se construye precisamente en interacción con estos contextos. (Rushton et al, 2023) muestran que las condiciones institucionales, las comunidades profesionales y los procesos de cambio, transición y conflicto constituyen temas centrales en la investigación contemporánea sobre identidad docente.

Los cambios institucionales pueden generar oportunidades, pero también tensiones. Una innovación curricular puede ampliar determinadas posibilidades de enseñanza y simultáneamente exigir conocimientos que los docentes todavía necesitan desarrollar. Del mismo modo, la incorporación de nuevas tecnologías puede abrir formas diferentes de representación y comunicación, pero también incrementar las demandas de adaptación profesional (Global Education Monitoring Report Team, 2023).

La experiencia de la enseñanza remota durante la crisis sanitaria constituye un ejemplo particularmente visible. (Reyes-Rojas y Salinas, 2026), en un estudio de casos múltiples desarrollado en tres escuelas chilenas, analizaron cómo docentes y directivos reconstruyeron progresivamente sus formas de actuación frente a la escasez inicial de recursos pedagógicos y la incertidumbre producida por la emergencia.

Los resultados muestran que los docentes no se limitaron a ejecutar soluciones prediseñadas, sino que desarrollaron procesos de agencia mediante los cuales reorganizaron prácticas y adquirieron nuevas formas de actuación frente a condiciones extraordinarias (Reyes-Rojas & Salinas, 2026).

Este ejemplo permite comprender que el cambio profesional no consiste solamente en ejecutar

políticas diseñadas externamente. Los docentes interpretan disposiciones, adaptan recursos, toman decisiones y producen respuestas frente a situaciones no previstas. La agencia docente constituye, por ello, un componente relevante para comprender los procesos de cambio educativo . La escuela tampoco constituye un escenario estático donde el conocimiento profesional simplemente se aplica. Clandinin y Connelly mostraron que las instituciones forman parte del paisaje de conocimiento profesional dentro del cual los docentes desarrollan y expresan aquello que saben.

Las transformaciones contemporáneas exigen además revisar el concepto de profesionalidad. (Lopes et al, 2024) señalan que los debates sobre profesionalismo docente se desarrollan en tensión entre tendencias de regulación y control y perspectivas que enfatizan autonomía, agencia, desarrollo profesional y capacidad transformadora.

La profesión docente se transforma, por tanto, mediante una relación continua entre cambios externos y reconstrucciones internas. Las políticas, tecnologías y reformas modifican condiciones de trabajo, pero los docentes también reinterpretan esas condiciones mediante sus conocimientos, decisiones y experiencias (Ngo Cong-Lem, 2026).

8.6. Cambios curriculares, disciplinares y metodológicos

Los currículos escolares son construcciones históricas. Los conocimientos considerados fundamentales, la manera de organizarlos y las formas de enseñanza valoradas pueden modificarse conforme cambian las disciplinas, las prioridades sociales y las concepciones acerca del aprendizaje. Estas transformaciones forman parte del contexto dentro del cual se construye la identidad profesional docente (Rushton et al., 2023).

Una trayectoria profesional suficientemente extensa permite observar estos movimientos. Determinados contenidos adquieren mayor presencia, otros pierden centralidad y algunos son reinterpretados desde nuevas perspectivas. Sin embargo, cambio curricular no significa necesariamente sustitución completa de los conocimientos y prácticas anteriores.En Matemática, por ejemplo, la resolución de problemas, modelización, razonamiento estadístico y utilización de tecnologías han adquirido creciente relevancia junto con conocimientos de larga tradición escolar. En Ciencias Naturales, la indagación, modelización y argumentación han ampliado perspectivas anteriormente más centradas en transmisión conceptual. En Ciencias Sociales, pensamiento histórico, interpretación de fuentes y problemas socialmente relevantes han

cuestionado orientaciones predominantemente memorísticas.

Estas transformaciones muestran que las disciplinas escolares poseen una historia propia y que enseñar requiere interpretar permanentemente relaciones entre conocimiento disciplinar, currículo y finalidades educativas. Las especialidades disciplinares constituyen precisamente una de las dimensiones identificadas por (Rushton et al, 2023) en la construcción de la identidad profesional.

La experiencia docente permite reconocer también que las metodologías no deberían analizarse mediante oposiciones simples entre prácticas "tradicionales" y "modernas". La pertinencia de una estrategia depende de los propósitos, contenidos, estudiantes y condiciones dentro de las cuales se utiliza. La experticia docente se caracteriza, entre otros elementos, por capacidad para adaptar la actuación a demandas diversas (Anderson & Taner, 2023).

Una explicación directa puede ser apropiada para determinados propósitos, mientras que indagación, colaboración, modelización o resolución de problemas pueden responder mejor a otros. El criterio profesional consiste en seleccionar y articular estrategias de acuerdo con objetivos y evidencia y no únicamente con su condición de novedad (Anderson, 2023).

Los cambios curriculares requieren, por ello, un profesional capaz de interpretar y no solamente ejecutar. Una disposición curricular necesita transformarse en decisiones acerca de secuencias, representaciones, ejemplos, formas de evaluación, recursos y actividades. Esta capacidad de adaptación constituye un componente central del conocimiento profesional (Anderson & Taner, 2023).

La trayectoria profesional puede aportar criterios para realizar estas decisiones, siempre que la experiencia no se convierta en resistencia automática frente al cambio. El conocimiento construido previamente necesita dialogar con nuevas investigaciones, condiciones educativas y posibilidades tecnológicas (Ventista & Brown, 2023).

8.7. Continuidades y rupturas entre generaciones docentes

Las instituciones educativas contemporáneas reúnen profesores formados en momentos históricos diferentes. Cada generación ha experimentado determinados currículos, tecnologías, modelos formativos y condiciones de trabajo. Esta diversidad puede producir diferencias en las maneras de interpretar la profesión y utilizar determinados recursos (Marrero Galván et al., 2023).

Resultaría, sin embargo, problemático atribuir características homogéneas a cada generación.

Edad o año de nacimiento no determinan automáticamente conocimientos, valores, preferencias metodológicas o capacidad profesional. Las diferencias generacionales interactúan con formación, experiencia, disciplina, contexto institucional y trayectoria individual.

(Marrero Galván et al, 2023), mediante un estudio con 147 docentes pertenecientes a diferentes generaciones, encontraron diferencias relacionadas particularmente con utilización y comprensión de las tecnologías digitales. Los autores identificaron también formas de interacción entre docentes considerados nativos y migrantes digitales dentro de las instituciones educativas.

Sin embargo, la relación intergeneracional no necesita plantearse exclusivamente en términos de conflicto. La revisión sistemática de (Trujillo-Torres et al, 2023) muestra que los procesos de aprendizaje intergeneracional pueden favorecer intercambio de conocimientos, integración y transmisión de valores y experiencias, aunque también pueden verse limitados por prejuicios y condiciones institucionales poco favorables.

Esta relación posee especial importancia para la profesión docente. El relevo generacional no significa que una generación sustituya simplemente el conocimiento de otra. Las transformaciones pueden generar procesos de transmisión, reinterpretación,

cuestionamiento y aprendizaje recíproco (Trujillo-Torres et al., 2023).

Un docente que inició su carrera antes de la expansión digital puede haber construido conocimientos profundos acerca de gestión del aula, interpretación de dificultades y relaciones con comunidades. Otro profesional formado en entornos digitales puede poseer mayor familiaridad con determinadas herramientas y formas de comunicación. Ninguna de estas características implica por sí misma superioridad profesional (Marrero Galván et al., 2023).

El aprendizaje intergeneracional ocurre cuando estas diferencias pueden convertirse en posibilidades de intercambio y no en jerarquías rígidas entre experiencia e innovación. La experiencia no garantiza mejor enseñanza y la familiaridad tecnológica tampoco constituye por sí sola competencia pedagógica (Global Education Monitoring Report Team, 2023).

En una obra construida desde tres trayectorias docentes pertenecientes a generaciones y campos disciplinares diferentes, esta relación adquiere particular significado. La continuidad profesional no consiste en reproducir exactamente las mismas prácticas, sino en conservar, revisar y transformar conocimientos frente a nuevas condiciones.

8.8. Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales: tres trayectorias, una profesión

Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales representan campos con epistemologías diferentes, como se ha mostrado en capítulos anteriores. Sin embargo, quienes enseñan estas disciplinas comparten problemas profesionales relacionados con conocimiento, estudiantes, currículo, evaluación y toma de decisiones (Anderson & Taner, 2023).

Todo docente necesita transformar conocimiento disciplinar en formas comprensibles para quienes aprenden, interpretar errores y dificultades, seleccionar representaciones, tomar decisiones frente a situaciones inesperadas y evaluar procesos de aprendizaje. Estas funciones adquieren características específicas según la disciplina, pero forman parte de una base profesional compartida (Anderson & Taner, 2023).

La experiencia de enseñar Matemática puede orientar la atención hacia razonamiento, representación, generalización y resolución de problemas. La enseñanza de Ciencias Naturales puede enfatizar observación, evidencia, explicación, modelización e indagación. Las Ciencias Sociales pueden poner en primer plano temporalidad, territorio, fuentes, perspectivas y ciudadanía. Estas diferencias permiten comprender por qué la trayectoria profesional no puede separarse completamente de la disciplina.

(Rushton et al, 2023) identifican las especialidades curriculares como uno de los ámbitos relevantes dentro de la investigación sobre identidad docente, mostrando que la materia enseñada puede intervenir en la manera de construir la identidad profesional. A la vez, las tres trayectorias pueden reconocer transformaciones comunes: cambios en las características de los estudiantes, incorporación de tecnologías, modificaciones curriculares, nuevas formas de evaluación y creciente necesidad de aprendizaje profesional permanente (Ventista & Brown, 2023).

El diálogo entre disciplinas y generaciones permite identificar también continuidades. El compromiso con la comprensión, el conocimiento de los estudiantes, la capacidad de adaptar explicaciones y la responsabilidad frente al conocimiento aparecen como componentes centrales de la experticia independientemente del campo disciplinar (Anderson & Taner, 2023).

Las tres trayectorias que sustentan esta obra no se presentan, por ello, como prueba acerca de cómo debe enseñarse. Funcionan como perspectivas profesionales desde las cuales pueden formularse preguntas, identificar transformaciones y confrontar experiencias con conocimiento académico. Su valor no reside únicamente en la duración de la experiencia, sino en la posibilidad de establecer un

diálogo entre disciplinas, generaciones y contextos educativos, manteniendo siempre la distinción entre saber profesional situado y evidencia científica generalizable.

8.9. La dimensión ética de enseñar

La profesión docente contiene una dimensión ética porque las decisiones educativas afectan directamente a otras personas. Seleccionar contenidos, evaluar aprendizajes, interpretar dificultades, distribuir oportunidades de participación y ejercer autoridad poseen consecuencias que exceden una concepción exclusivamente técnica de la enseñanza (Lopes et al., 2024).

La ética profesional no puede reducirse únicamente al cumplimiento de normas institucionales. Involucra responsabilidad, justicia, respeto, honestidad intelectual, autonomía profesional y reconocimiento de los estudiantes como sujetos dentro del proceso educativo. Estas dimensiones forman parte de las concepciones contemporáneas de profesionalismo docente (Lopes et al., 2024).

Esta responsabilidad aparece también en la relación con el conocimiento. El docente necesita distinguir aquello que posee respaldo académico de aquello que constituye opinión, reconocer incertidumbre cuando resulte pertinente y evitar presentar como científicamente establecido aquello que no

cuenta con evidencia suficiente. La expansión de información digital profundiza esta responsabilidad. La UNESCO advierte que la tecnología educativa debe utilizarse bajo criterios de pertinencia, equidad y sostenibilidad y señala que la evidencia sobre sus beneficios no siempre posee la misma solidez que la velocidad con la que las herramientas se incorporan a los sistemas educativos (Global Education Monitoring Report Team, 2023).

La evaluación representa otro espacio éticamente significativo. Una calificación no constituye únicamente un procedimiento administrativo; posee consecuencias académicas y personales. Los criterios utilizados requieren coherencia con aquello que se pretendía enseñar y suficiente transparencia para evitar decisiones arbitrarias. (Lopes et al, 2024) relacionan el profesionalismo transformador con autonomía, agencia, aprendizaje continuo, investigación y colaboración. Desde esta perspectiva, profesionalidad y ética se encuentran estrechamente relacionadas porque la capacidad de decisión profesional implica también responsabilidad respecto de sus consecuencias.

La experiencia puede fortalecer el juicio profesional cuando permite reconocer consecuencias que inicialmente no eran visibles. Sin embargo, también puede naturalizar prácticas problemáticas si nunca son sometidas a revisión. Por ello, la reflexión necesita

incorporar no solamente la pregunta acerca de si una estrategia funcionó, sino también acerca de su pertinencia y justificación educativa.Enseñar implica, por tanto, una responsabilidad simultánea frente al conocimiento, frente a los estudiantes y frente a la sociedad en la que la profesión se ejerce.

8.10. El docente como profesional reflexivo e intelectual

La idea del profesional reflexivo adquirió especial relevancia a partir de la obra de Schön . Su planteamiento cuestionó la concepción según la cual la práctica profesional consiste simplemente en aplicar soluciones derivadas de conocimientos técnicos previamente establecidos. Las situaciones profesionales reales contienen incertidumbre, singularidad y conflictos que no siempre admiten respuestas predeterminadas. La enseñanza representa claramente este tipo de práctica: una planificación puede anticipar objetivos y actividades, pero no puede prever completamente las preguntas, dificultades e interacciones que surgirán en una situación educativa concreta.

Distingue formas de reflexión vinculadas directamente con la acción profesional y procesos desarrollados posteriormente. El profesional puede reconsiderar una decisión mientras actúa y también analizar posteriormente lo sucedido para construir nuevas interpretaciones.La reflexión, sin

embargo, no debería identificarse simplemente con pensar sobre la propia experiencia. Para adquirir profundidad profesional necesita movilizar conocimientos disciplinares, pedagógicos y resultados de investigación que permitan interpretar aquello ocurrido desde perspectivas más amplias (Ventista & Brown, 2023).

La metasíntesis de (Anderson y Taner, 2023) resulta especialmente pertinente en este punto: entre las características recurrentes de los docentes expertos aparecen reflexión crítica, aprendizaje continuo, colaboración, conocimiento de los estudiantes y capacidad de adaptación. La reflexión puede producirse individualmente, pero también mediante comunidades profesionales. Analizar conjuntamente situaciones, observar otras prácticas, desarrollar investigación y contrastar interpretaciones permite cuestionar supuestos que pueden permanecer invisibles cuando la experiencia se examina exclusivamente de manera individual (Ventista & Brown, 2023; Lopes et al., 2024).

El docente entendido como profesional intelectual no se limita, por tanto, a ejecutar currículos o aplicar técnicas. Interpreta conocimientos, toma decisiones, analiza contextos y construye comprensiones acerca de su práctica. Estas posibilidades se relacionan con la agencia profesional identificada en investigaciones contemporáneas sobre cambio

educativo (Ngo Cong-Lem, 2026).

Esta posición no significa reemplazar investigación científica por reflexión profesional. Se trata de formas de conocimiento diferentes. La investigación utiliza procedimientos sistemáticos para construir evidencia; la reflexión profesional puede utilizar esa evidencia junto con conocimiento disciplinar, experiencia y contexto para orientar decisiones situadas.La relación entre ambas fortalece la profesión. La investigación proporciona marcos y evidencia susceptibles de contrastar interpretaciones; la experiencia aporta conocimiento contextual y problemas surgidos de la práctica. Su articulación permite evitar tanto una aplicación mecánica de resultados como una práctica fundamentada únicamente en intuiciones (Ventista & Brown, 2023).

8.11. Enseñar entre generaciones

La educación constituye necesariamente una relación entre generaciones. Cada generación recibe conocimientos, interpretaciones y prácticas construidos anteriormente y, al mismo tiempo, los transforma bajo nuevas condiciones sociales y culturales. El aprendizaje intergeneracional puede comprenderse precisamente como un proceso de intercambio de conocimientos, experiencias y valores entre personas pertenecientes a diferentes generaciones (Trujillo-Torres et al., 2023).

Esta dinámica ocurre entre docentes y estudiantes, pero también entre profesionales. Las instituciones educativas reúnen profesores con trayectorias distintas que comparten espacios, responsabilidades y problemas educativos. (Trujillo-Torres et al, 2023), en una revisión sistemática sobre aprendizaje intergeneracional, identificaron aportes relacionados con intercambio de conocimientos, mejora de procesos educativos, integración y transmisión de experiencias. También señalaron dificultades vinculadas con prejuicios generacionales y con la necesidad de generar condiciones apropiadas para la interacción.

Dentro de la profesión docente, (Marrero Galván et al, 2023) muestran que las diferencias asociadas con el uso de tecnologías pueden convertirse en una de las expresiones más visibles del encuentro generacional. Estas diferencias no implican necesariamente que una generación posea globalmente mayor capacidad profesional que otra. Esto cuestiona dos imágenes simplificadoras. La primera considera que los docentes experimentados representan necesariamente prácticas obsoletas; la segunda supone que los docentes jóvenes carecen de conocimientos relevantes debido a su menor experiencia. La investigación sobre experticia muestra que el conocimiento profesional posee múltiples dimensiones y no puede inferirse exclusivamente de la edad o antigüedad (Anderson

& Taner, 2023).

La relación intergeneracional puede resultar más productiva cuando se basa en reconocimiento recíproco. La experiencia acumulada puede aportar memoria profesional, conocimiento contextual y capacidad para reconocer determinados patrones, mientras que nuevas generaciones pueden incorporar otras formas de comunicación, acceso al conocimiento y relación con tecnologías (Marrero Galván et al., 2023).

Sin embargo, ningún conocimiento debería aceptarse únicamente debido a la generación que lo produce. Tanto las prácticas heredadas como las innovaciones necesitan someterse a análisis, reflexión y contraste con evidencia. Esta idea posee un lugar central dentro de la presente obra. Enseñar entre generaciones significa reconocer que la educación mantiene continuidades, pero también que cada generación reconstruye parcialmente aquello que recibe y lo adapta a condiciones diferentes (Trujillo-Torres et al., 2023).

8.12. Experiencia, conocimiento y transformación educativa

La trayectoria desarrollada en este capítulo permite comprender la experiencia profesional como un proceso dinámico. Enseñar durante años no significa necesariamente repetir una práctica inicial,

sino enfrentar transformaciones que pueden exigir reorganizar conocimientos, identidad y formas de actuación (Rushton et al., 2023).

La investigación contemporánea confirma esta relación desde perspectivas complementarias. (Rushton et al, 2023) muestran que la identidad docente se configura a través de contextos, comunidades, cambios y especialidades; (Anderson y Taner, 2023) identifican reflexión, flexibilidad y aprendizaje permanente como características relevantes de la experticia; mientras (Ventista y Brown, 2023) destacan la diversidad y relevancia de las oportunidades de aprendizaje profesional.

Estas perspectivas permiten situar la experiencia en un lugar diferente tanto de la idealización como de la desvalorización. La experiencia no convierte automáticamente a un docente en experto, pero tampoco constituye un conocimiento irrelevante frente a la investigación académica (Anderson, 2023).

El conocimiento profesional surge de relaciones entre formación, disciplina, práctica, contexto, colaboración y reflexión. Su carácter situado constituye una fortaleza para tomar decisiones frente a escenarios concretos, aunque limita la posibilidad de generalizar directamente esas experiencias hacia otros contextos. La transformación educativa tampoco puede comprenderse exclusivamente

mediante innovaciones externas. Currículos, tecnologías y políticas pueden modificar condiciones, pero adquieren significado cuando profesionales concretos las interpretan, adaptan, incorporan o cuestionan dentro de sus prácticas (Ngo Cong-Lem, 2026).

(Lopes et al, 2024) relacionan precisamente el profesionalismo docente transformador con autonomía, agencia, desarrollo profesional, colaboración e investigación. Esta perspectiva supera una concepción exclusivamente técnica de la profesión y reconoce la capacidad de los docentes para intervenir en los procesos de cambio. Transformar no significa adoptar permanentemente aquello que se presenta como nuevo. Algunas innovaciones pueden enriquecer la enseñanza; otras pueden producir resultados limitados o responder fundamentalmente a tendencias circunstanciales. El juicio profesional exige distinguir novedad de mejora y analizar la evidencia disponible antes de atribuir valor educativo a una innovación.

Las trayectorias conservan, al mismo tiempo, elementos que mantienen relevancia durante periodos extensos. El rigor disciplinar, la responsabilidad ética, el conocimiento de los estudiantes, la reflexión y la construcción de relaciones educativas continúan ocupando un lugar central aun cuando cambian los recursos y las formas de acceso a la

información (Anderson & Taner, 2023). Las tres trayectorias docentes que atraviesan esta obra permiten observar precisamente esta combinación entre continuidad y transformación. Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales proporcionan perspectivas diferentes sobre el conocimiento, mientras el encuentro entre generaciones permite reconocer cambios producidos en la profesión a través del tiempo.

Estas experiencias no se presentan como evidencia suficiente para establecer conclusiones universales. Constituyen fuentes de problemas, interpretaciones y preguntas que adquieren mayor valor académico cuando dialogan con investigaciones especializadas. La secuencia experiencia → reflexión → contraste con investigación → interpretación sintetiza, por ello, el sentido de este capítulo. La experiencia proporciona situaciones; la reflexión permite interrogarlas; la investigación ofrece marcos y evidencia para contrastarlas; y la interpretación reconstruye su significado profesional (Schön, 1983; Ventista & Brown, 2023).

La profesión docente puede comprenderse así como una trayectoria de aprendizaje que nunca se encuentra completamente terminada. Cada generación recibe conocimientos profesionales, los confronta con nuevas condiciones y transmite posteriormente una profesión parcialmente

transformada (Rushton et al., 2023). Esta conclusión conduce al último gran problema analítico de la obra. Si la enseñanza siempre se ha transformado frente a cambios sociales y tecnológicos, la expansión contemporánea de los sistemas digitales y, particularmente, de la inteligencia artificial generativa introduce modificaciones de especial profundidad en la producción, circulación y evaluación del conocimiento. El próximo capítulo analizará estas transformaciones y sus implicaciones para Matemática, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y para la profesión docente en su conjunto.

CAPÍTULO IX

TECNOLOGÍA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA

CASA EDITORA DEL POLO

Cuando hablamos de inteligencia artificial (IA), nos referimos a un campo de la informática capaz de realizar operaciones similares a las de la mente humana, como el razonamiento lógico y el aprendizaje. En los últimos años, la IA ha permeado todos los ámbitos de la sociedad y ha logrado una amplia aceptación. Se define como «la capacidad de las máquinas para utilizar algoritmos, aprender a partir de datos y aplicar lo aprendido a la toma de decisiones, tal como lo haría un ser humano». Al respecto, (Miao, 2024) añade que «es una tecnología… que genera contenido automáticamente en respuesta a instrucciones introducidas mediante interfaces conversacionales en lenguaje natural», subrayando que, en lugar de limitarse a conservar páginas web, produce nuevo contenido a partir de ellas en cualquiera de las representaciones simbólicas del pensamiento humano, como texto, imágenes, vídeos y música.

Sin embargo, en el ámbito educativo, ha existido un amplio debate sobre el uso de la IA, debido, en particular, a la falta de consideración ética por parte de los estudiantes al emplearla y a la formación limitada o inexistente que reciben los docentes sobre cómo aprovecharla al máximo. Al respecto, (Miao, 2024) advierte que, aunque la IA suele generar respuestas razonables, no siempre se puede confiar en su exactitud un hecho reconocido por el propio proveedor de ChatGPT, lo que implica

que los errores en dichas respuestas pueden pasar inadvertidos cuando el usuario carece de una comprensión sólida del tema que está investigando. Esto plantea un problema importante, ya que los estudiantes al no ser expertos en los temas tratados tienden a aceptar como verdadera cualquier información que obtienen.

En este sentido, diversos estudios indican que, desde la pandemia, los estudiantes se han vuelto más dependientes de la tecnología, utilizándola de manera indiscriminada, sin considerar si esto termina por reemplazar su propio papel en la investigación, la comprensión y la construcción de un aprendizaje significativo. Esta situación, sumada a la escasa o nula formación del profesorado sobre cómo hacer un uso eficaz de la tecnología y a la ausencia de salvaguardas éticas en materia de derechos de autor, compromete seriamente el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, denominado «Educación de calidad». Se sostiene que la IA debe influir tanto en la enseñanza como en el aprendizaje, bajo una visión orientada hacia el futuro; por ello, resulta necesario replantear el papel de la educación.

9.1. Transformación digital de la educación

La relación entre educación y tecnología antecede ampliamente a la expansión reciente de la inteligencia artificial. Libros impresos, calculadoras, recursos audiovisuales, computadoras, internet,

plataformas virtuales y dispositivos móviles han modificado progresivamente las formas de producir, representar y comunicar conocimiento. Sin embargo, la incorporación de una tecnología no produce por sí misma una transformación educativa. Su significado depende de las finalidades pedagógicas, los conocimientos involucrados y las condiciones en las que se utiliza (Mishra & Koehler, 2026).

Esta distinción resulta fundamental porque innovación tecnológica e innovación educativa no son conceptos equivalentes. Una herramienta puede modificar la forma externa de una actividad sin alterar sustancialmente los procesos cognitivos implicados. Sustituir una hoja impresa por un documento digital, por ejemplo, constituye un cambio tecnológico, pero no necesariamente una transformación en las formas de enseñar o aprender (Mishra & Koehler, 2026).

El modelo del conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar desarrollado por (Mishra y Koehler, 2026) contribuyó a superar una concepción instrumental de la tecnología educativa. Desde esta perspectiva, la integración tecnológica requiere comprender las relaciones entre aquello que se enseña, las formas mediante las cuales puede enseñarse y las posibilidades o limitaciones de las herramientas utilizadas. Esta relación conserva plena

vigencia frente a las tecnologías contemporáneas. El problema educativo no consiste solamente en determinar qué puede hacer una herramienta, sino en establecer qué procesos de aprendizaje puede favorecer, qué conocimientos necesita movilizar el estudiante y qué decisiones profesionales corresponden al docente.

(Global Education Monitoring, 2023) advierte precisamente que la disponibilidad de tecnología no constituye garantía de mejor aprendizaje y que sus efectos dependen de factores relacionados con acceso, regulación, formación docente, pertinencia pedagógica y contexto. El informe plantea además que la tecnología debería utilizarse al servicio de las personas y de las finalidades educativas, y no convertirse en un objetivo en sí misma

La transformación digital contiene también importantes desigualdades. Disponer de conectividad, dispositivos y competencias para utilizar recursos digitales continúa siendo una condición distribuida de manera desigual entre países, territorios, instituciones y grupos sociales. La expansión tecnológica puede reducir determinadas barreras, pero también reproducir o profundizar diferencias existentes cuando el acceso y las oportunidades de utilización no son equivalentes (Global Education Monitoring Report Team, 2023).

En consecuencia, hablar de transformación digital

educativa exige considerar simultáneamente tecnología, pedagogía, conocimiento, infraestructura, equidad y formación profesional. La digitalización adquiere valor educativo cuando amplía posibilidades para representar, comprender, producir y comunicar conocimiento sin desplazar las finalidades formativas que justifican su utilización.

La inteligencia artificial generativa introduce una nueva etapa dentro de esta transformación porque no se limita a almacenar, recuperar o representar información. Puede producir textos, imágenes, código, explicaciones, síntesis y otras formas de contenido a partir de instrucciones proporcionadas por los usuarios. Esta capacidad modifica de manera significativa la relación tradicional entre tecnología y producción intelectual (Miao & Holmes, 2023).

9.2. Tecnología y conocimiento disciplinar

La tecnología adquiere significados diferentes dependiendo de la disciplina dentro de la cual se utiliza. Una herramienta que resulta relevante para representar relaciones matemáticas puede poseer escasa utilidad para interpretar una fuente histórica; del mismo modo, una simulación científica responde a propósitos epistemológicos diferentes de un sistema de información geográfica.

Esta consideración constituye uno de los aportes centrales del marco TPACK. Mishra y (Koehler, 2023)

sostienen que el conocimiento tecnológico no puede separarse completamente del conocimiento pedagógico y disciplinar, porque las posibilidades educativas de una herramienta dependen de las características del contenido y de la forma en que se pretende enseñarlo.

La tecnología puede modificar incluso qué aspectos de un conocimiento se vuelven visibles. Una representación dinámica permite observar variaciones que resultarían difíciles de identificar mediante una representación estática. Una base de datos posibilita examinar grandes cantidades de información; un sistema geográfico permite superponer variables espaciales; y una simulación permite explorar el comportamiento de un sistema bajo determinadas condiciones. Estas posibilidades no eliminan la necesidad de comprender los conceptos implicados. La visualización de una función mediante software no garantiza comprensión del concepto de función; observar una simulación del movimiento planetario no implica comprender las relaciones físicas representadas; y consultar un mapa interactivo no produce automáticamente pensamiento geográfico.

La tecnología necesita, por tanto, integrarse con preguntas y formas de razonamiento propias de las disciplinas. El valor de una representación digital depende de aquello que permite observar,

comparar, explicar o problematizar dentro de un campo de conocimiento (Mishra & Koehler, 2023).

La inteligencia artificial amplía esta cuestión porque puede producir directamente contenido disciplinar. Un sistema generativo puede resolver una ecuación, explicar un proceso biológico o construir una síntesis histórica. Sin embargo, la fluidez de una respuesta no constituye garantía de exactitud ni de adecuación epistemológica. La evaluación de estos contenidos exige conocimientos disciplinares suficientes para identificar errores, simplificaciones y razonamientos inconsistentes (Miao & Holmes, 2023).

Esto produce una paradoja educativa. Cuanto mayor sea la capacidad de una herramienta para producir respuestas plausibles, mayor puede ser la necesidad de conocimientos que permitan evaluarlas. La disponibilidad de respuestas no elimina el conocimiento disciplinar; puede incrementar la importancia de poseer criterios para juzgar su calidad. La transformación tecnológica de la enseñanza debería comprenderse, por ello, como una reorganización de las relaciones entre herramientas y conocimiento, no como sustitución del conocimiento por acceso tecnológico.

9.3. Tecnología en Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales

Las tres perspectivas disciplinares desarrolladas

en esta obra permiten observar con claridad que la tecnología no cumple una función idéntica en todos los campos. Sus posibilidades dependen de las formas mediante las cuales cada disciplina construye, representa y valida conocimiento. En Matemática, las tecnologías digitales han ampliado posibilidades de cálculo, representación gráfica, geometría dinámica, estadística, simulación y modelización. Una función puede analizarse simultáneamente mediante expresiones algebraicas, tablas y representaciones gráficas; una construcción geométrica puede modificarse dinámicamente para examinar propiedades invariantes; y grandes conjuntos de datos pueden explorarse mediante herramientas estadísticas.

La aparición de inteligencia artificial generativa amplía estas posibilidades mediante generación de explicaciones, resolución de problemas y producción de procedimientos. Sin embargo, las revisiones recientes advierten que estas herramientas presentan limitaciones frente al razonamiento matemático complejo y pueden producir procedimientos plausibles pero incorrectos (Turmuzi et al., 2026).

La evidencia emergente resulta prometedora, aunque necesita interpretarse con cautela. (Liu et al, 2026), en un metaanálisis de 22 estudios empíricos, 46 muestras independientes y 5232 participantes,

encontraron un efecto positivo moderado de la inteligencia artificial generativa sobre los resultados de aprendizaje matemático. Los efectos variaron, sin embargo, según el grado de integración pedagógica, el contenido y otras características de las intervenciones.

Esto refuerza una idea desarrollada a lo largo de esta obra: resolver correctamente una tarea y aprender Matemática no son necesariamente equivalentes. Si una herramienta produce el procedimiento completo, el resultado puede ser correcto mientras el razonamiento del estudiante permanece poco desarrollado. El problema educativo consiste en determinar qué parte del trabajo intelectual debe realizar el estudiante y en qué momento la tecnología puede ampliar sus posibilidades de razonamiento (OECD, 2026).

En Ciencias Naturales, las tecnologías permiten utilizar simulaciones, sensores, bases de datos, laboratorios virtuales, representaciones moleculares y modelos de fenómenos difíciles de observar directamente. La inteligencia artificial puede contribuir además a generar explicaciones, organizar información, proporcionar retroalimentación y apoyar determinados procesos de indagación.

(Cheung et al, 2025), mediante una revisión sistemática de 22 estudios empíricos sobre inteligencia artificial generativa en educación científica, encontraron

diferentes formas de integración, pero también tensiones entre aquello que estas tecnologías ofrecen y finalidades centrales de la educación científica, especialmente el aprendizaje social, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y determinadas prácticas epistémicas.

Estas limitaciones resultan especialmente importantes porque aprender Ciencias Naturales no significa solamente obtener una explicación correcta. Implica comprender cómo se construye evidencia, cómo se relacionan datos y explicaciones y qué límites posee una conclusión. Una respuesta generada automáticamente puede proporcionar información científica sin permitir que el estudiante participe en el proceso mediante el cual esa información se justifica (Cheung et al., 2025).

En Ciencias Sociales, la tecnología permite acceder a archivos digitalizados, cartografía histórica, bases de datos, censos, fotografías, testimonios y sistemas de información geográfica. Estas posibilidades amplían significativamente las fuentes disponibles para interpretar sociedades, territorios y procesos históricos.La inteligencia artificial introduce, sin embargo, un problema epistemológico adicional. Un texto generado puede presentar una narrativa histórica coherente sin identificar adecuadamente las fuentes que sustentan sus afirmaciones. Puede combinar información correcta con errores,

atribuciones inexistentes o interpretaciones no justificadas. Por ello, habilidades como contextualización, corroboración y evaluación de fuentes adquieren una importancia todavía mayor (Miao & Holmes, 2023).

En las tres disciplinas, la tecnología puede ampliar las posibilidades de representación y análisis, pero su valor educativo depende de que fortalezca y no sustituya las formas de pensamiento propias de cada campo.

9.4. Inteligencia artificial generativa y educación

La inteligencia artificial generativa representa una transformación cualitativamente diferente respecto de muchas tecnologías educativas anteriores. Los sistemas generativos pueden producir contenido nuevo en respuesta a instrucciones formuladas mediante lenguaje natural, incluyendo textos, imágenes, código, audio y otras representaciones (Miao & Holmes, 2023).

Su accesibilidad ha contribuido a una expansión particularmente rápida. A diferencia de sistemas especializados que requerían conocimientos técnicos o acceso institucional, muchas herramientas generativas pueden utilizarse directamente mediante interfaces conversacionales. Esta característica facilita su incorporación espontánea

a actividades educativas, incluso cuando las instituciones todavía no han establecido políticas claras sobre su utilización (Miao & Holmes, 2023).

La investigación educativa se ha expandido con una velocidad semejante. (Qian, 2025), en una revisión sistemática sobre aplicaciones pedagógicas de inteligencia artificial generativa en educación superior, identifica usos relacionados con retroalimentación, creatividad, autonomía, pensamiento crítico y nuevas formas de interacción entre estudiantes y herramientas.

En educación escolar, (Marzano, 2026) revisó 197 investigaciones relacionadas con inteligencia artificial generativa en contextos K–12. La amplitud del corpus muestra que estas tecnologías ya no constituyen únicamente un problema de educación superior, aunque la evidencia continúa presentando importantes diferencias según edades, áreas disciplinares y diseños de investigación.

Los resultados empíricos disponibles muestran posibilidades reales, pero no justifican conclusiones deterministas. (Deng et al, 2025), mediante una revisión sistemática y metaanálisis de 69 estudios, encontraron efectos favorables de ChatGPT sobre desempeño académico, estados afectivo-motivacionales y determinadas dimensiones relacionadas con pensamiento de orden superior. Los autores advierten, sin embargo, limitaciones

metodológicas y la necesidad de diferenciar rendimiento inmediato de aprendizaje más profundo y sostenible.

Esta distinción resulta central. El OECD Digital Education Outlook 2026 señala que la inteligencia artificial generativa de propósito general puede mejorar la calidad de los productos realizados por estudiantes sin que esa mejora implique necesariamente ganancias equivalentes de aprendizaje. Cuando la tecnología sustituye procesos cognitivos que el estudiante necesitaba desarrollar, puede aumentar el rendimiento en la tarea y simultáneamente reducir oportunidades de aprendizaje (OECD, 2026).

La cuestión educativa fundamental no consiste, por tanto, en decidir si la inteligencia artificial es intrínsecamente beneficiosa o perjudicial. La pregunta más productiva es determinar qué actividad cognitiva realiza la persona, qué actividad se delega al sistema y qué conocimiento se construye como consecuencia de esa distribución. Desde esta perspectiva, la inteligencia artificial puede funcionar como apoyo, interlocutor, generador de ejemplos, fuente inicial de retroalimentación o herramienta de exploración. Su utilización adquiere valor educativo cuando existe una finalidad pedagógica explícita y cuando el estudiante conserva responsabilidad intelectual sobre aquello que necesita comprender

(OECD, 2026).

9.5. Nuevas formas de producción y acceso al conocimiento

Durante buena parte de la historia escolar, acceder a información representaba una dificultad significativa. Bibliotecas, libros y docentes constituían fuentes fundamentales para obtener conocimiento especializado. La expansión de internet modificó profundamente esta situación y la inteligencia artificial generativa introduce una transformación adicional: el usuario puede solicitar que la información sea reorganizada, explicada, resumida o adaptada inmediatamente.

Esta capacidad modifica la relación entre búsqueda y producción de información. Un buscador proporciona generalmente documentos o recursos que el usuario necesita consultar; un sistema generativo puede producir directamente una respuesta sintetizada. Esta diferencia reduce determinados costos de acceso, pero puede volver menos visibles las fuentes originales y los procesos mediante los cuales se construyó la respuesta (Miao & Holmes, 2023).

La facilidad de producción genera además una abundancia inédita de contenidos. Textos, imágenes, ejercicios, explicaciones y materiales pueden generarse en segundos. En este contexto,

una competencia fundamental deja de ser solamente localizar información y pasa a incluir la capacidad de evaluar su procedencia, consistencia y pertinencia (Almatrafi et al., 2024).

(Almatrafi et al, 2024), mediante una revisión sistemática de 47 trabajos publicados entre 2019 y 2023, identificaron seis dimensiones recurrentes de alfabetización en inteligencia artificial: reconocer, conocer y comprender, utilizar y aplicar, evaluar, crear y desenvolverse éticamente. Esta conceptualización muestra que la alfabetización en IA excede ampliamente la habilidad para formular instrucciones a una herramienta. La UNESCO adopta una perspectiva semejante. Su marco de competencias para estudiantes organiza doce competencias alrededor de cuatro dimensiones: enfoque centrado en el ser humano, ética de la IA, técnicas y aplicaciones de IA y diseño de sistemas de IA. Estas competencias se desarrollan progresivamente desde comprender hasta aplicar y crear (Miao et al., 2024).

Esta transformación tiene consecuencias sobre la idea misma de conocimiento escolar. Si una respuesta factual puede obtenerse instantáneamente, podría parecer que memorizar información ha perdido relevancia. Sin embargo, evaluar una respuesta generada requiere conocimientos previos que permitan reconocer inconsistencias, relacionar

conceptos y formular preguntas pertinentes.La disponibilidad tecnológica no elimina, por tanto, la necesidad de construir conocimiento en la memoria humana. Un estudiante que desconoce completamente un campo posee menos criterios para identificar cuándo una respuesta es improbable, incompleta o conceptualmente incorrecta. La evaluación crítica necesita una base de conocimientos desde la cual ejercer el juicio (OECD, 2026).

La educación enfrenta así una transición desde un escenario caracterizado principalmente por acceso limitado a información hacia otro donde el problema puede ser su abundancia, generación automática y dificultad para determinar confiabilidad. La capacidad de evaluar conocimiento adquiere, en consecuencia, una importancia comparable a la capacidad de acceder a él.

9.6. Inteligencia artificial, autoría y conocimiento

La inteligencia artificial generativa introduce preguntas particularmente complejas acerca de autoría. Cuando una persona utiliza un sistema para producir ideas, reorganizar argumentos, corregir un texto o generar secciones completas, la frontera entre asistencia y producción intelectual puede resultar difícil de establecer. Esta cuestión no puede resolverse únicamente preguntando si se utilizó

inteligencia artificial. Existen diferencias sustantivas entre solicitar una corrección ortográfica, pedir alternativas de redacción, generar un esquema, producir un argumento o entregar como propio un texto elaborado casi completamente por un sistema.

(Islam y Greenwood, 2024) señalan que la inteligencia artificial generativa problematiza las concepciones tradicionales de autoría porque sus productos se construyen a partir de grandes cantidades de contenido producido previamente por otras personas, mientras los procesos de generación hacen difícil rastrear contribuciones individuales.

La cuestión de la autoría se encuentra estrechamente relacionada con responsabilidad. Una herramienta no puede asumir responsabilidad académica por errores, referencias inexistentes o interpretaciones inadecuadas. La persona que presenta un trabajo continúa siendo responsable de verificar su contenido y de cumplir las normas de transparencia establecidas por la institución o comunidad académica (Miao & Holmes, 2023).

El problema tampoco debería reducirse exclusivamente al plagio. La utilización intensiva de generación automática puede modificar la relación entre autor y texto. Escribir no constituye solamente producir un documento terminado; puede ser un proceso mediante el cual se organizan

ideas, se descubren inconsistencias y se construye pensamiento. Delegar excesivamente estos procesos puede producir un texto formalmente correcto sin que exista un proceso intelectual equivalente detrás de él. Por ello, la pregunta educativa no debería limitarse a "¿quién escribió estas palabras?", sino extenderse hacia "¿quién construyó el argumento, tomó las decisiones y puede responder intelectualmente por aquello que se presenta?" (Islam & Greenwood, 2024).

La autoría en contextos de inteligencia artificial puede comprenderse, por tanto, mediante tres dimensiones relacionadas: contribución, transparencia y responsabilidad. La contribución examina qué realizó efectivamente la persona; la transparencia permite reconocer qué apoyo tecnológico intervino; y la responsabilidad mantiene en el autor humano la obligación de responder por el producto presentado. Estas dimensiones resultarán especialmente importantes para la educación superior y la investigación, pero poseen también implicaciones para la educación escolar. Formar estudiantes capaces de utilizar herramientas generativas responsablemente requiere enseñar que producir conocimiento implica algo más que obtener un texto convincente.

9.7. Riesgos epistemológicos y desafíos éticos

Uno de los principales riesgos de la inteligencia

artificial generativa deriva precisamente de una de sus fortalezas: la capacidad de producir respuestas lingüísticamente convincentes. Un contenido puede parecer coherente y seguro aun cuando incluya información incorrecta, inferencias injustificadas o referencias inexistentes (Miao & Holmes, 2023).

Estos errores adquieren especial relevancia en educación porque los estudiantes pueden no poseer todavía conocimientos suficientes para identificarlos. La fluidez lingüística puede confundirse con autoridad epistémica. Las revisiones recientes en educación científica, por ejemplo, identifican problemas relacionados con información inexacta, sesgos, alucinaciones, plagio, derechos de autor y confiabilidad de las respuestas generadas (Cheung et al., 2025).

Los sesgos constituyen otro desafío. Los sistemas de inteligencia artificial se desarrollan utilizando grandes cantidades de datos producidos dentro de sociedades caracterizadas por desigualdades y representaciones históricas particulares. Como consecuencia, determinados sesgos pueden reproducirse en los resultados generados (Miao & Holmes, 2023).

La privacidad constituye igualmente una preocupación. La interacción con sistemas digitales puede involucrar entrega de datos personales, producciones académicas o información

institucional. La UNESCO ha señalado la necesidad de establecer regulaciones y mecanismos de protección de datos antes de incorporar de manera generalizada sistemas generativos en contextos educativos (Miao & Holmes, 2023).

La equidad representa una dimensión adicional. No todos los estudiantes poseen el mismo acceso a dispositivos, conectividad, versiones avanzadas de herramientas o conocimientos para utilizarlas. Una política educativa que presuponga acceso universal puede generar nuevas formas de desigualdad (Global Education Monitoring Report Team, 2023).

Existen además implicaciones ambientales asociadas con infraestructura computacional, consumo energético y recursos necesarios para entrenar y utilizar sistemas de inteligencia artificial. Los marcos de competencias de UNESCO incorporan explícitamente sostenibilidad entre los principios que deberían orientar una alfabetización crítica en IA (Miao et al., 2024).

Estos problemas muestran que la ética de la inteligencia artificial no puede reducirse a evitar que los estudiantes copien. Incluye privacidad, sesgos, equidad, propiedad intelectual, transparencia, sostenibilidad y responsabilidad. La respuesta educativa tampoco puede consistir únicamente en prohibición. Los sistemas generativos forman parte creciente de los entornos sociales, profesionales

y académicos. La educación necesita desarrollar capacidad para utilizarlos críticamente y reconocer situaciones en las que su uso resulta inadecuado (Miao & Cukurova, 2024).

9.8. Evaluación y aprendizaje ante la inteligencia artificial

La evaluación constituye probablemente uno de los ámbitos educativos más directamente afectados por la expansión de la inteligencia artificial generativa. Cuando un sistema puede producir ensayos, resolver problemas, elaborar código o responder preguntas, determinadas tareas tradicionales dejan de proporcionar evidencia suficiente acerca de lo que un estudiante puede realizar independientemente.

(Xia et al, 2024), mediante una revisión de alcance de 32 estudios empíricos, identificaron efectos de la inteligencia artificial generativa sobre estudiantes, docentes e instituciones y concluyeron que la evaluación necesita transformarse para fortalecer aprendizaje autorregulado, responsabilidad e integridad académica. Esto no significa que toda evaluación escrita haya perdido valor. Significa que debe reconsiderarse qué evidencia proporciona una tarea acerca del aprendizaje. Un producto elaborado fuera del aula puede contener una combinación difícil de distinguir entre contribución humana y asistencia tecnológica.

La respuesta más inmediata ha consistido en fortalecer mecanismos de detección. Sin embargo, centrar toda la política de evaluación en identificar utilización de IA resulta insuficiente. El problema más profundo consiste en diseñar evaluaciones que permitan observar razonamiento, comprensión, toma de decisiones y capacidad para justificar aquello que se produce (Xia et al., 2024).

La evaluación puede incorporar procesos además de productos. Versiones sucesivas de un trabajo, explicación oral, defensa de decisiones, resolución situada de problemas, análisis de fuentes, interpretación de datos y reflexión sobre procedimientos pueden proporcionar evidencia complementaria sobre aquello que el estudiante comprende. En Matemática, por ejemplo, obtener una respuesta correcta mediante IA no demuestra necesariamente comprensión del procedimiento. Solicitar que el estudiante explique por qué una solución funciona, compare métodos o identifique un error generado puede proporcionar evidencia diferente. En Ciencias Naturales, evaluar una explicación exige examinar cómo se relacionan evidencia y conclusión. En Ciencias Sociales, puede ser necesario justificar selección y confiabilidad de fuentes.

La inteligencia artificial puede incorporarse también explícitamente dentro de determinadas

evaluaciones. Un estudiante podría analizar críticamente una respuesta generada, identificar errores, contrastarla con fuentes o mejorar un argumento. En estos casos, el objeto evaluado deja de ser la capacidad de producir algo que la IA también puede generar y pasa a incluir capacidad para supervisar, evaluar y transformar el contenido producido por la herramienta (Xia et al., 2024).

(Deng et al,2025) advierten precisamente la necesidad de distinguir calidad del producto generado con apoyo de ChatGPT de aprendizaje efectivo. La evaluación posterior y el análisis de transferencia resultan esenciales para determinar si las mejoras observadas durante el uso de la herramienta corresponden a conocimientos que el estudiante puede movilizar independientemente. La expansión de la IA obliga, por tanto, a recuperar una pregunta fundamental de la evaluación educativa: ¿qué evidencia permite afirmar que una persona ha aprendido? La tecnología no crea esta pregunta, pero hace más evidente la necesidad de responderla rigurosamente.

9.9. Alfabetización digital y pensamiento crítico

La expansión de inteligencia artificial generativa exige ampliar el significado tradicional de alfabetización digital. Saber utilizar dispositivos, plataformas y aplicaciones constituye solamente una parte de las competencias necesarias para

desenvolverse dentro de ecosistemas donde los sistemas pueden producir información y tomar decisiones automatizadas. La alfabetización en inteligencia artificial incluye comprender de manera básica cómo funcionan estos sistemas, reconocer sus capacidades y limitaciones, utilizarlos de manera pertinente, evaluar críticamente sus resultados y considerar las consecuencias éticas de su utilización (Almatrafi et al., 2024).

La revisión de (Sperling et al, 2024) muestra que la alfabetización en IA constituye un campo emergente dentro de la formación docente. Los autores analizaron 34 trabajos y encontraron que el conocimiento profesional del profesorado todavía aparece insuficientemente representado en la literatura, especialmente en dimensiones prácticas y éticas. Esta observación resulta importante porque enseñar a utilizar inteligencia artificial no puede reducirse a dominar instrucciones o prompts. Una persona puede obtener resultados técnicamente sofisticados y, al mismo tiempo, carecer de criterios para evaluar su veracidad, sus sesgos o sus implicaciones.

El marco de competencias para docentes de UNESCO organiza la formación en inteligencia artificial alrededor de dimensiones que incluyen enfoque centrado en el ser humano, ética, fundamentos y aplicaciones de IA, pedagogía

y desarrollo profesional. La propuesta mantiene explícitamente que la tecnología debería complementar y no sustituir las funciones esenciales del profesorado (Miao & Cukurova, 2024).

Para los estudiantes, UNESCO propone una progresión desde comprender hacia aplicar y crear, manteniendo como principios el juicio crítico, la responsabilidad y una concepción de la inteligencia artificial centrada en las personas (Miao et al., 2024). El pensamiento crítico adquiere así una función transversal. Frente a una respuesta generada por IA, no resulta suficiente preguntar si parece correcta. Es necesario examinar qué afirmaciones contiene, qué evidencia las respalda, qué información puede faltar y qué otras interpretaciones serían posibles.

Esta competencia conecta directamente con las disciplinas desarrolladas en esta obra. En Matemática implica verificar procedimientos y argumentos; en Ciencias Naturales, evaluar evidencia y explicaciones; en Ciencias Sociales, examinar fuentes, contexto y perspectivas. La alfabetización en IA no debería convertirse, por tanto, en una asignatura puramente técnica desconectada del currículo. Puede desarrollarse dentro de las propias disciplinas cuando los estudiantes aprenden a utilizar y cuestionar estas herramientas mediante los criterios epistemológicos propios de cada campo (Liu & Zhong, 2024).

9.10. El conocimiento profesional docente frente a la inteligencia artificial

La expansión de inteligencia artificial generativa no elimina la necesidad del conocimiento profesional docente; modifica algunas de las condiciones bajo las cuales ese conocimiento se ejerce. La disponibilidad de sistemas capaces de generar explicaciones, planificaciones, evaluaciones y recursos obliga a reconsiderar qué decisiones necesitan permanecer bajo responsabilidad profesional. El OECD Digital Education Outlook 2026 señala que la inteligencia artificial generativa puede apoyar funciones de tutoría, enseñanza y gestión cuando existe intencionalidad pedagógica. Sin embargo, advierte que la delegación de tareas cognitivas a herramientas de propósito general puede mejorar el rendimiento inmediato sin producir aprendizajes equivalentes (OECD, 2026).

Esta diferencia coloca nuevamente al docente en una posición central. Decidir cuándo utilizar una herramienta, qué procesos no deberían delegarse, cómo verificar sus productos y cómo relacionarla con objetivos de aprendizaje requiere juicio profesional. La UNESCO plantea esta cuestión mediante una relación docente IA estudiante. La incorporación de inteligencia artificial modifica una interacción tradicionalmente pensada entre profesor, estudiante y conocimiento, pero mantiene

la agencia humana como principio fundamental (Miao & Cukurova, 2024).

La formación docente necesita, por ello, ir más allá de enseñar a utilizar herramientas específicas. Las aplicaciones cambian rápidamente y algunas pueden desaparecer en pocos años. Las competencias más duraderas se relacionan con comprensión de principios, evaluación crítica, ética, diseño pedagógico y capacidad para aprender frente a nuevas tecnologías (Sperling et al., 2024).

La IA puede apoyar determinadas tareas profesionales. Puede contribuir a generar alternativas de explicación, proponer ejemplos, organizar información, producir borradores o proporcionar retroalimentación inicial. Sin embargo, estos productos necesitan ser evaluados considerando disciplina, currículo, características de los estudiantes y objetivos educativos.Esta necesidad devuelve la discusión al conocimiento profesional desarrollado en capítulos anteriores. Un docente necesita saber suficiente Matemática para reconocer una solución incorrecta; suficiente Ciencia para detectar una explicación incompatible con evidencia; y suficiente conocimiento histórico o geográfico para cuestionar una interpretación descontextualizada.

La inteligencia artificial puede producir contenido, pero no posee conocimiento situado sobre un grupo de estudiantes equivalente al construido

por un docente mediante interacción profesional. Tampoco asume responsabilidad ética por las decisiones tomadas dentro del aula. Por ello, la automatización de determinadas tareas no equivale a sustitución de la profesión docente (Miao & Cukurova, 2024).

La evidencia reciente refuerza además la importancia del diseño pedagógico. Los resultados positivos de inteligencia artificial sobre aprendizaje varían según las formas de integración y los contextos en los que se utiliza. El metaanálisis de (Deng et al, 2025) y la síntesis realizada por coinciden en que disponer de una herramienta potente no garantiza aprendizaje profundo.

Esta conclusión permite recuperar una idea que ha atravesado toda la obra: enseñar supone tomar decisiones fundamentadas acerca de conocimiento, estudiantes y contexto. La inteligencia artificial incorpora una nueva dimensión dentro de esas decisiones, pero no elimina las anteriores.La profesión docente enfrenta, por tanto, un desafío doble. Necesita preservar conocimientos y responsabilidades que no deberían delegarse y, simultáneamente, aprender a utilizar tecnologías capaces de ampliar determinadas posibilidades educativas.

La cuestión central no debería formularse como una competencia entre docentes e inteligencia artificial.

Resulta más productivo preguntar qué formas de interacción entre conocimiento profesional y tecnología permiten fortalecer el aprendizaje sin debilitar autonomía intelectual, responsabilidad y relaciones humanas.En este sentido, el futuro educativo no depende solamente de cuánto avance la inteligencia artificial. Dependerá también de las decisiones que sociedades, instituciones, docentes y estudiantes adopten respecto de aquello que consideran valioso aprender, aquello que están dispuestos a delegar y aquello que desean preservar como capacidad humana.

La experiencia profesional vuelve a adquirir aquí un papel importante, aunque bajo el mismo principio epistemológico desarrollado en esta obra. La experiencia permite observar transformaciones, formular problemas y valorar cambios en la práctica, pero necesita ser contrastada con investigación. Frente a tecnologías que evolucionan rápidamente, esta relación resulta especialmente necesaria porque las percepciones iniciales pueden oscilar fácilmente entre entusiasmo y rechazo.

La secuencia experiencia → reflexión → contraste con investigación → interpretación mantiene, por tanto, plena vigencia frente a la inteligencia artificial. La diferencia consiste en que el objeto de reflexión cambia con una velocidad particularmente alta y obliga al profesional a actualizar permanentemente

sus criterios.

Los capítulos desarrollados en esta obra permiten llegar así a una conclusión transversal. Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales mantienen formas específicas de construir conocimiento; la interdisciplinariedad permite establecer relaciones entre ellas; la experiencia profesional aporta conocimiento situado; y la tecnología modifica las condiciones mediante las cuales estos saberes se producen, enseñan y comunican. La inteligencia artificial no cancela ninguna de estas dimensiones. Por el contrario, hace más visible la importancia de comprender qué significa conocer, aprender, argumentar, producir evidencia y asumir responsabilidad intelectual.

Enseñar para transformar, en este nuevo escenario, no significa simplemente incorporar tecnologías emergentes. Significa formar personas capaces de utilizarlas sin renunciar al pensamiento propio, al conocimiento disciplinar, al juicio crítico y a la responsabilidad frente a aquello que producen y comunican.

Referencia Bibliográfica

Andrews, T. C., Speer, N. M., & Shultz, G. V. (2022). Building bridges: A review and synthesis of research on teaching knowledge for undergraduate instruction in science, engineering, and mathematics. International Journal of STEM Education, 9, 66.

Andrews, T. C., Speer, N. M., & Shultz, G. V. (2022). Building bridges: A review and synthesis of research on teaching knowledge for undergraduate instruction in science, engineering, and mathematics. International Journal of STEM Education, 9, 66.

Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology: A cognitive view. Holt, Rinehart and Winston.

Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. Annual Review of Psychology, 63, 1–29.

Basilotta-Gómez-Pablos, V., Matarranz, M., Casado-Aranda, L. A., & Otto, A. (2022). Teachers' digital competencies in higher education: A systematic literature review. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 19, 8.

Bauer, J., & Kollar, I. (2023). (Wie) kann die Nutzung bildungswissenschaftlicher Evidenz Lehren und Lernen verbessern? Thesen und Fragen zur Diskussion um evidenzorientiertes Denken und Handeln von Lehrkräften. Unterrichtswissenschaft, 51, 123–147.

Benedict, A. E., Williams, J., Brownell, M. T., Chapman, L., Sweers, A., & Sohn, H. (2023). Using lesson study to change teacher knowledge and practice: The role of knowledge sources in teacher change. Teaching and Teacher Education, 122, 103951.

Brod, G. (2021). Toward an understanding of when prior knowledge helps or hinders learning. npj Science of Learning, 6, 24.

Brod, G. (2021). Toward an understanding of when prior knowledge helps or hinders learning. npj Science of Learning, 6, 24.

Camilloni, A. R. W. de. (2007). El saber didáctico. Paidós.

Chen, F., & Chen, G. (2025). Technology-enhanced collaborative inquiry in K–12 classrooms: A systematic review of empirical studies. Science & Education, 34, 1731–1773.

Comenio, J. A. (1998). Didáctica Magna. Porrúa. (Trabajo original publicado en 1657).

Copur-Gencturk, Y., & Li, J. (2023). Teaching matters: A longitudinal study of mathematics teachers' knowledge growth. Teaching and Teacher Education, 121, 103949.

Cowan, N. (2022). Working memory development: A 50-year assessment of research and underlying theories. Cognition, 224, 105075.

de Jong, T., Lazonder, A. W., Chinn, C. A., Fischer, F., Gobert, J., Hmelo-Silver, C. E., Koedinger, K. R., Krajcik, J. S., Kyza, E. A., Linn, M. C., Pedaste, M., Scheiter, K., & Zacharia, Z. C. (2024). Beyond inquiry or direct instruction: Pressing issues for designing impactful science learning opportunities. Educational Research Review, 44, 100623.

Dewey, J. (1938). Experience and education. Macmillan.

Diamond, A. (2013). Executive functions. Annual Review of Psychology, 64, 135–168.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410–8415.

Fukaya, T., Nakamura, D., Kitayama, Y., & Nakagoshi, T. (2025). A systematic review and meta-analysis of research on mathematics and science pedagogical content knowledge: Exploring its associations with teacher and student variables. Teaching and Teacher Education, 155, 104881.

Fukaya, T., Nakamura, D., Kitayama, Y., & Nakagoshi, T. (2025). A systematic review and meta-analysis of research on mathematics and science pedagogical content knowledge: Exploring its associations with

teacher and student variables. Teaching and Teacher Education, 155, 104881.

Georgiou, D., Diery, A., Mok, S. Y., Fischer, F., & Seidel, T. (2023). Turning research evidence into teaching action: Teacher educators' attitudes toward evidence-based teaching. International Journal of Educational Research Open, 4, 100240.

Geurts, E. M. A., Reijs, R. P., Leenders, H. H. M., Jansen, M. W. J., & Hoebe, C. J. P. A. (2024). Co-creation and decision-making with students about teaching and learning: A systematic literature review. Journal of Educational Change, 25, 103–125.

Koh, J. H. L., & Daniel, B. K. (2022). Shifting online during COVID-19: A systematic review of teaching and learning strategies and their outcomes. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 19, 56.

Kulgemeyer, C., Borowski, A., Buschhüter, D., Enkrott, P., Kempin, M., Reinhold, P., Riese, J., Schecker, H., Schröder, J., & Vogelsang, C. (2020). Professional knowledge affects action-related skills: The development of preservice physics teachers' explaining skills during a field experience. Journal of Research in Science Teaching, 57(10), 1554–1582.

Kyndt, E., Raes, E., Lismont, B., Timmers, F., Cascallar, E., & Dochy, F. (2013). A meta-analysis of the effects of face-to-face cooperative learning: Do recent

studies falsify or verify earlier findings? Educational Research Review, 10, 133–149.

Meneses, A., Nussbaum, M., Veas, M. G., & Arriagada, S. (2023). Practice-based 21st-century teacher education: Design principles for adaptive expertise. Teaching and Teacher Education, 128, 104118.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054.


CASA EDITORA DEL POLO