



EDUCACIÓN CIENTÍFICA EMOCIONAL

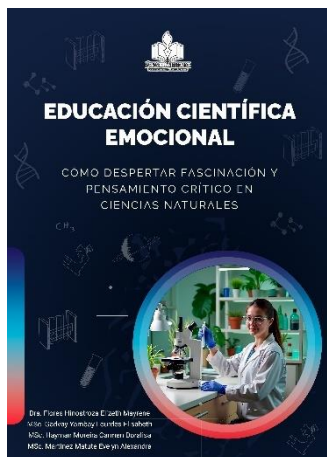
CÓMO DESPERTAR FASCINACIÓN Y
PENSAMIENTO CRÍTICO EN
CIENCIAS NATURALES



Dra. Flores Hinostrroza Elizeth Mayrene
MSc. Gadvay Yambay Lourdes Elisabeth
MSc. Hayman Moreira Carmen Doralisa
MSc. Martínez Matute Evelyn Alexandra

EDUCACIÓN CIENTÍFICA EMOCIONAL: CÓMO DESPERTAR FASCINACIÓN Y PENSAMIENTO CRÍTICO EN CIENCIAS NATURALES

*Dra. Flores Hinostroza Elizeth Mayrene
MSc. Gadvay Yambay Lourdes Elisabeth
MSc. Hayman Moreira Carmen Doralisa
MSc. Martínez Matute Evelyn Alexandra*



Datos bibliográficos:

ISBN:	978-9942-7390-6-3
Título del libro:	Educación Científica Emocional: Cómo Despertar Fascinación y Pensamiento Crítico en Ciencias Naturales
Autores:	Flores Hinostroza, Elizeth Mayrene Gadway Yambay, Lourdes Elisabeth Hayman Moreira, Carmen Doralisa Martínez Matute, Evelyn Alexandra
Editorial:	Páginas Brillantes Ecuador
Materia:	507 - Educación. investigación. temas relacionados con las ciencias naturales
Público objetivo:	Profesional / académico
Publicado:	2025-04-15
Número de edición:	1
Tamaño:	14Mb
Soporte:	Digital
Formato:	Pdf (.pdf)
Idioma:	Español

AUTORES:

PhD. Flores Hinostroza, Elizeth Mayrene

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2171-8348>

Doctor en Educación

Universidad Estatal de la Península de Santa Elena UPSE

Cañar, Azogues – Ecuador

MSc. Gadvay Yambay, Lourdes Elisabeth

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9833-8656>

Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención en
Química y Biología

Universidad Técnica de Manabí

El Oro, Huaquillas – Ecuador

MSc. Hayman Moreira, Carmen Doralisa

 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2905-6345>

Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención en
Química y Biología

Universidad Técnica de Manabí

Cotopaxi, Pujilí – Ecuador

MSc. Martínez Matute, Evelyn Alexandra

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4705-2460>

Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención
Química y Biología

Universidad Técnica de Manabí

Los Ríos, Valencia – Ecuador

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, almacenada en un sistema de recuperación o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros, sin el permiso previo por escrito del autor, excepto en el caso de breves citas incorporadas en artículos y reseñas críticas.

El autor se reserva el derecho exclusivo de otorgar permiso para la reproducción y distribución de este material. Para solicitar permisos especiales o información adicional, comuníquese con el autor o con la editorial correspondiente.



El contenido y las ideas presentadas en este libro son propiedad intelectual del autor.

Todos los derechos reservados © 2025

No se encontraron entradas de tabla de contenido.

Introducción

La enseñanza de las ciencias naturales ha sido, históricamente, un campo privilegiado por enfoques racionalistas y metodológicos centrados en la transmisión de contenidos, muchas veces desvinculados de las dimensiones afectivas del aprendizaje (Pozo & Monereo, 2009). Sin embargo, avances recientes en neuroeducación, psicología cognitiva y pedagogía han evidenciado que las emociones desempeñan un papel crucial en los procesos de atención, memoria y motivación, influyendo de manera directa en la calidad y profundidad del aprendizaje (Immordino-Yang & Damasio, 2007). En este contexto, la noción de *educación científica emocional* emerge como una propuesta integradora que busca conectar el conocimiento científico con las vivencias emocionales del estudiantado, promoviendo un aprendizaje significativo, crítico y fascinante.

En América Latina y, específicamente, en el sistema educativo ecuatoriano, persisten múltiples desafíos en la enseñanza de las ciencias. Entre ellos destacan la baja motivación estudiantil, el enfoque memorístico de los contenidos y la escasa vinculación con los intereses y contextos de los estudiantes (Ministerio de Educación del Ecuador, 2022). Esto se traduce en bajos niveles de comprensión conceptual, limitado desarrollo del pensamiento crítico y una débil apropiación del conocimiento científico como herramienta para la vida ciudadana. Frente a este panorama, resulta pertinente explorar nuevas estrategias pedagógicas que integren la dimensión emocional como motor del aprendizaje en ciencias naturales, favoreciendo no solo el desarrollo cognitivo, sino también la formación integral del estudiantado.

La fascinación, entendida como una forma intensa de interés emocional, constituye un recurso pedagógico subutilizado en las aulas

de ciencias. Esta emoción puede actuar como catalizador del aprendizaje al generar curiosidad, disposición a la exploración y apertura al pensamiento divergente (Silvia, 2006). A su vez, el pensamiento crítico —capacidad de analizar, evaluar y argumentar con rigor— es considerado una competencia fundamental para el siglo XXI, especialmente en un contexto global marcado por la sobreabundancia de información y la necesidad de discernimiento ético y racional (Facione, 2015). La articulación entre fascinación y pensamiento crítico representa, por tanto, una vía innovadora y necesaria para repensar la educación científica desde una perspectiva más humana, compleja y transformadora.

Delimitación del objeto de estudio

El presente trabajo se enfoca en el análisis y la propuesta de estrategias didácticas que integren la dimensión emocional en la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel de educación básica y bachillerato del sistema educativo ecuatoriano. Se abordará específicamente el papel de la fascinación como estrategia de motivación y del pensamiento crítico como competencia transversal, en el marco de una educación científica emocional. El estudio se centra en el ámbito formal de la educación, considerando tanto las prácticas docentes como las orientaciones curriculares vigentes en el país.

Formulación del problema

A pesar de los avances teóricos y empíricos sobre la importancia de las emociones en el aprendizaje, persiste una disociación entre los enfoques pedagógicos tradicionales y las propuestas que integran lo emocional como componente estructurante de la enseñanza. En Ecuador, esta brecha se manifiesta en la persistencia de prácticas educativas centradas en la repetición y en la evaluación memorística,

lo que limita la posibilidad de generar experiencias de aprendizaje significativas en ciencias naturales. En consecuencia, se plantea el siguiente problema de investigación:

¿Cómo puede integrarse la dimensión emocional, específicamente la fascinación, en la enseñanza de las ciencias naturales en Ecuador, para fomentar el pensamiento crítico y mejorar la motivación y el aprendizaje del estudiantado?

Objetivo general

Analizar y proponer estrategias didácticas para una educación científica emocional en Ecuador que, mediante el uso de la fascinación, promuevan el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo en ciencias naturales.

Objetivos específicos

1. Revisar los fundamentos teóricos y neuroeducativos que sustentan la relación entre emoción y aprendizaje en el ámbito de las ciencias.
2. Caracterizar el papel de la fascinación como emoción epistémica en contextos educativos.
3. Examinar el desarrollo del pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias naturales.
4. Identificar prácticas y estrategias didácticas que integren la dimensión emocional en la educación científica.
5. Proponer recomendaciones contextualmente pertinentes para la implementación de una educación científica emocional en el sistema educativo ecuatoriano.

Justificación del estudio

La relevancia de este trabajo radica en su aporte a la innovación educativa en ciencias naturales, mediante la incorporación de elementos emocionales y afectivos que han sido tradicionalmente excluidos de los enfoques pedagógicos convencionales. Diversos estudios han demostrado que las emociones positivas, como el asombro y la fascinación, potencian la curiosidad y la disposición al aprendizaje profundo (Pekrun et al., 2011). Asimismo, la promoción del pensamiento crítico no solo mejora el rendimiento académico, sino que también contribuye a la formación de una ciudadanía informada, reflexiva y capaz de enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo.

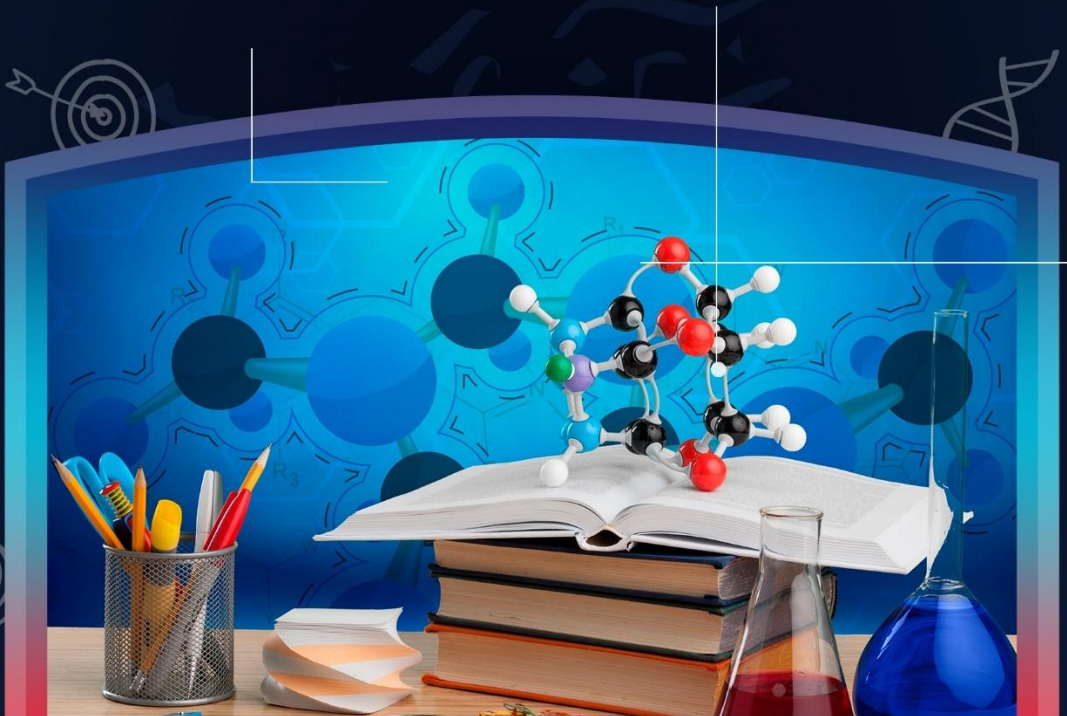
En el contexto ecuatoriano, donde las políticas educativas han priorizado en los últimos años la calidad, equidad e innovación pedagógica, esta propuesta se alinea con los objetivos del *Plan Nacional de Desarrollo* y los estándares de calidad educativa promovidos por el Ministerio de Educación. Además, responde a la necesidad de formar docentes capaces de diseñar experiencias de aprendizaje que no solo transmitan conocimientos científicos, sino que también inspiren, conmuevan y transformen.

Este estudio, al articular teoría y práctica, propone un enfoque pedagógico integrador que sitúa al estudiante en el centro del proceso educativo, reconociendo sus emociones, intereses y capacidades como elementos fundamentales para el aprendizaje de las ciencias. En suma, se busca contribuir a la consolidación de una educación científica más humana, pertinente y transformadora, en coherencia con las necesidades y potencialidades del contexto ecuatoriano.



CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EMOCIONAL



Capítulo 1: Fundamentos Teóricos de la Educación Científica Emocional

El desarrollo de propuestas pedagógicas innovadoras exige una comprensión profunda de los fundamentos teóricos que las sustentan. En este primer capítulo, se abordan los pilares conceptuales, neurocientíficos, filosóficos y pedagógicos que configuran el enfoque de la *educación científica emocional*, con el objetivo de establecer una base sólida para la articulación entre emoción, fascinación y pensamiento crítico en el aprendizaje de las ciencias naturales. Este enfoque reconoce que la enseñanza efectiva no puede reducirse a la transmisión de contenidos, sino que debe contemplar la dimensión afectiva del sujeto que aprende, su motivación, interés y vínculo emocional con el conocimiento (Bisquerra, 2009).

La inclusión de lo emocional en los procesos educativos no constituye una novedad absoluta, pero ha cobrado una relevancia renovada a partir de investigaciones en neuroeducación y psicología del aprendizaje que han demostrado la influencia directa de las emociones en la atención, la codificación de la información y la memoria a largo plazo (Immordino-Yang & Damasio, 2007; Mora, 2017). En el contexto de las ciencias naturales, esta perspectiva implica revisar críticamente los supuestos epistemológicos que han configurado su enseñanza como un campo neutro, objetivo y desprovisto de implicaciones afectivas, desafiando así las dicotomías tradicionales entre razón y emoción.

Desde una mirada filosófica, resulta fundamental comprender cómo se ha conceptualizado históricamente la relación entre conocimiento y emoción en la construcción del saber científico, y cómo estas visiones han influido en los modelos pedagógicos predominantes.

Las concepciones modernas de la ciencia, asociadas al pensamiento ilustrado, han privilegiado la racionalidad lógica, marginando otras formas de comprensión del mundo vinculadas a la experiencia sensible y emocional (Maturana & Varela, 1990). No obstante, corrientes contemporáneas de la epistemología, como el constructivismo y el enfoque sociocultural, han reivindicado el papel activo del sujeto en la producción del conocimiento, abriendo espacio a una pedagogía científica más inclusiva y emocionalmente significativa.

1.1 Conceptualización de la educación científica emocional

La noción de *educación científica emocional* surge en respuesta a una necesidad pedagógica creciente: vincular el aprendizaje de las ciencias naturales con las dimensiones afectivas y motivacionales del ser humano. Esta perspectiva desafía el paradigma tradicional de enseñanza centrado exclusivamente en la transmisión de conocimientos objetivos y descontextualizados, proponiendo una integración intencionada de la emoción como componente fundamental del proceso educativo.

Lejos de constituir un enfoque alternativo o accesorio, la educación científica emocional se presenta como una vía integral para fomentar la curiosidad, el pensamiento crítico y la apropiación significativa del conocimiento científico. Este enfoque se inscribe en una corriente pedagógica que reconoce la interacción entre cognición y afectividad como esencial para el aprendizaje profundo, particularmente en disciplinas como las ciencias naturales, históricamente tratadas como campos neutros y ajenos a lo emocional.

1.1.1 Definición y delimitación conceptual

La *educación científica emocional* puede ser definida como un enfoque pedagógico que integra la dimensión emocional al proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, con el propósito de promover un vínculo afectivo con el conocimiento científico, incrementar la motivación y facilitar el desarrollo de competencias cognitivas complejas como el pensamiento crítico. Este enfoque parte del reconocimiento de que la emoción no es un componente periférico ni accesorio del aprendizaje, sino un factor constitutivo de los procesos cognitivos, en particular de aquellos implicados en la comprensión profunda, la resolución de problemas y la toma de decisiones (Immordino-Yang & Damasio, 2007).

A diferencia de otros modelos pedagógicos que se centran únicamente en lo cognitivo o en lo procedimental, la educación científica emocional busca articular tres dimensiones: el saber (contenido científico), el sentir (respuesta emocional) y el hacer (acción pedagógica). En este sentido, se distancia tanto de las prácticas tradicionales, centradas en la memorización y repetición de contenidos, como de las propuestas meramente lúdicas o superficiales, al integrar de manera sistemática la emoción como parte del diseño curricular y didáctico.

El concepto también implica una revisión crítica de las barreras epistemológicas que han marginado históricamente la emoción del ámbito científico. La visión positivista de la ciencia, que dominó buena parte del siglo XIX y XX, promovió una imagen del conocimiento como objetivo, neutral y exento de subjetividad. Esta perspectiva no solo condicionó la forma en que se concibió la producción científica, sino también la manera en que se enseñó en los sistemas educativos (Bachelard, 2000).

En contraste, la educación científica emocional asume que las emociones, lejos de entorpecer el conocimiento, pueden catalizar su apropiación significativa.

1.1.2 Fundamentos interdisciplinarios del enfoque

La educación científica emocional se sustenta en aportes de múltiples disciplinas. Desde la neurociencia, se ha demostrado que las estructuras cerebrales implicadas en la emoción, como la amígdala y el sistema límbico, interactúan estrechamente con las áreas responsables de la memoria y la toma de decisiones, como el hipocampo y la corteza prefrontal (Mora, 2017). Estos hallazgos contradicen la tradicional separación entre emoción y razón, evidenciando su interdependencia funcional.

Desde la psicología educativa, el modelo de emociones académicas de Pekrun (2006) señala que emociones como la curiosidad, el asombro y el entusiasmo están positivamente correlacionadas con el compromiso cognitivo y el rendimiento académico, especialmente en áreas como las ciencias. Por su parte, la pedagogía crítica y el enfoque socioconstructivista aportan la comprensión del aprendizaje como una construcción activa y situada, en la que las emociones cumplen un rol mediador esencial (Vygotsky, 1978; Freire, 1997).

En el contexto de la enseñanza de las ciencias, estos fundamentos permiten repensar la práctica docente más allá de la simple exposición de contenidos, incorporando estrategias que despierten la fascinación, fomenten la exploración y valoren la experiencia subjetiva del estudiante como punto de partida para el conocimiento.

1.1.3 Educación emocional y alfabetización científica

Un componente central de este enfoque es la interrelación entre *educación emocional* y *alfabetización científica*. La educación emocional, entendida como el desarrollo de competencias para identificar, comprender, expresar y regular emociones (Bisquerra, 2009), ofrece herramientas fundamentales para que los estudiantes enfrenten con mayor resiliencia los desafíos del aprendizaje científico, superen el miedo al error y se apropien activamente del conocimiento.



Por su parte, la alfabetización científica implica no solo el dominio de conceptos, sino la capacidad de aplicar el pensamiento científico para tomar decisiones informadas, resolver problemas y participar en debates públicos sobre cuestiones socio-científicas (Bybee, 2010). La conjunción de ambas dimensiones permite formar sujetos capaces de pensar críticamente y sentir empáticamente, promoviendo una ciencia más democrática y participativa.

En Ecuador, donde los resultados en alfabetización científica siguen siendo bajos, este enfoque puede ofrecer nuevas vías para mejorar la calidad educativa. Según el *Estudio Regional Comparativo y Explicativo* (ERCE) realizado por la UNESCO (2019), más del 60 % de los estudiantes de sexto grado no alcanzan los niveles mínimos de desempeño en ciencias. Esto refleja no solo carencias en la enseñanza, sino también una falta de conexión emocional y cultural con los contenidos científicos.

1.1.4 Sentido y propósito de la educación científica



Desde una perspectiva teleológica, la educación científica emocional plantea una reflexión sobre el sentido y el propósito de enseñar ciencias en el siglo XXI. Más allá de la adquisición de conocimientos instrumentales, se trata de formar ciudadanos capaces de comprender el mundo natural, participar activamente en la sociedad del conocimiento y desarrollar un sentido de pertenencia al universo científico. Esta finalidad solo puede alcanzarse si se reconoce que aprender ciencias no es simplemente adquirir fórmulas, sino construir sentido a partir de la experiencia, la emoción y la reflexión crítica.

La fascinación, como emoción epistémica, cumple aquí un papel crucial. Sentirse fascinado por un fenómeno natural, una teoría o un experimento activa procesos motivacionales y cognitivos que facilitan el aprendizaje profundo y duradero (Silvia, 2006). Por ello, diseñar experiencias educativas que despierten dicha fascinación no debe considerarse un lujo, sino una necesidad pedagógica.

1.1.5 Implicaciones curriculares y pedagógicas

La adopción del enfoque de educación científica emocional implica transformaciones significativas tanto en el currículo como en la práctica pedagógica. Curricularmente, se requiere integrar objetivos que contemplen la dimensión afectiva del aprendizaje, incluyendo competencias socioemocionales vinculadas a la curiosidad, la empatía y la autorregulación. Pedagógicamente, demanda un rediseño de las metodologías, evaluaciones y recursos didácticos, incorporando narrativas, experimentación, arte y tecnologías interactivas que favorezcan la implicación emocional del estudiantado.

En Ecuador, el *Currículo de Ciencias Naturales para Educación General Básica y Bachillerato* ya contempla, en su enfoque, la necesidad de fomentar el pensamiento crítico, la investigación y la contextualización cultural (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016). Sin embargo, aún existe una brecha entre la formulación curricular y su implementación en las aulas, debido a limitaciones en la formación docente, recursos y acompañamiento pedagógico.

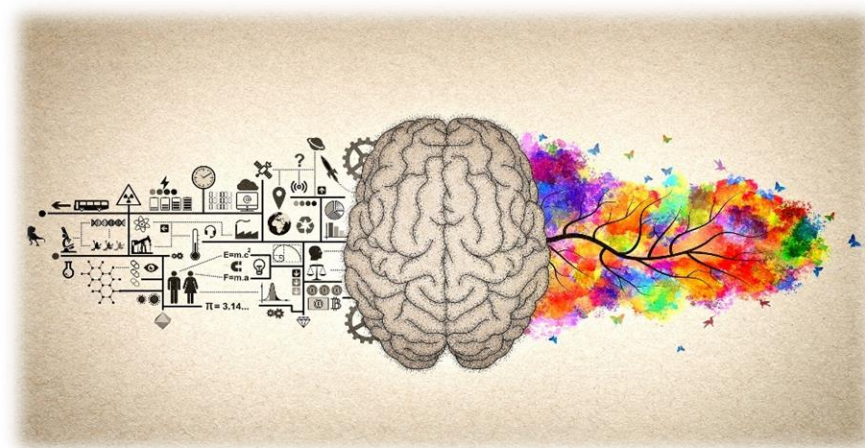
1.1.6 Convergencias con la educación STEAM

Una de las áreas en las que la educación científica emocional encuentra mayor afinidad es en el enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), que promueve la integración del arte y la creatividad en el aprendizaje de las ciencias. Este modelo enfatiza la importancia de despertar la imaginación y la sensibilidad estética como vías de acceso al conocimiento científico, abriendo nuevas posibilidades para incorporar la emoción en la enseñanza (Bequette & Bequette, 2012).

La convergencia entre ambos enfoques permite ampliar las estrategias didácticas, conectando la ciencia con el arte, la narrativa y la experiencia personal, y generando aprendizajes más integrales y transformadores.

1.2 Bases neurocientíficas de la emoción y el aprendizaje

Las investigaciones en neurociencia han transformado de forma significativa la comprensión del aprendizaje humano, particularmente al revelar la interacción entre los procesos cognitivos y emocionales en el cerebro. En el marco de la educación científica emocional, resulta fundamental comprender cómo las emociones afectan la atención, la memoria y la toma de decisiones, y cómo estas funciones están neurobiológicamente interconectadas.



1.2.1 Relación estructural y funcional entre emoción y cognición

Durante décadas, la visión predominante en las ciencias cognitivas sostuvo una separación tajante entre emoción y razón, asumiendo que

los procesos emocionales podían interferir negativamente con el pensamiento racional. Sin embargo, los avances en neurociencia han desmentido esta dicotomía, demostrando que ambos sistemas están profundamente interrelacionados a nivel funcional y anatómico. Como señalan Immordino-Yang y Damasio (2007), las emociones no solo son compatibles con los procesos cognitivos, sino que son necesarias para una toma de decisiones eficaz, el razonamiento moral y la resolución de problemas complejos.

Desde el punto de vista estructural, regiones cerebrales tradicionalmente asociadas con las emociones, como la amígdala y el sistema límbico, están estrechamente conectadas con la corteza prefrontal, que es responsable del pensamiento abstracto, la planificación y el control ejecutivo (Mora, 2017). Estas conexiones permiten una modulación mutua entre lo emocional y lo racional, lo que significa que las emociones pueden influir en la manera en que una persona procesa, organiza y recuerda la información científica.

1.2.2 El papel de la amígdala y el hipocampo en el aprendizaje

La amígdala cerebral cumple un rol central en la codificación emocional de los estímulos, y su activación está directamente relacionada con el nivel de atención que una persona presta a un determinado evento (LeDoux, 1996). En contextos de aprendizaje, cuando un estímulo despierta una emoción —como la sorpresa o el asombro—, la amígdala intensifica la actividad del hipocampo, estructura encargada de consolidar la memoria de largo plazo. Este mecanismo explica por qué los contenidos que generan una implicación emocional profunda suelen ser mejor recordados que aquellos presentados de forma neutra o rutinaria.

En el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales, esto significa que la activación emocional puede ser un catalizador para una mayor retención y comprensión conceptual. Por ejemplo, experimentos científicos que despiertan el asombro o el interés pueden facilitar la codificación efectiva de conceptos como la ley de la gravedad, los procesos químicos o la evolución biológica. De este modo, el diseño de experiencias educativas emocionalmente significativas puede aprovechar el funcionamiento natural del cerebro para optimizar el aprendizaje.

1.2.3 Neurotransmisores, motivación y atención

El aprendizaje está mediado por la acción de diversos neurotransmisores que regulan el estado emocional y la motivación del individuo. La dopamina, en particular, desempeña un papel crucial en los circuitos de recompensa del cerebro. Según investigaciones de Schultz (2016), la liberación de dopamina se incrementa cuando se anticipa una recompensa o se experimenta una sorpresa positiva, lo cual potencia la atención y la disposición para aprender.

En la práctica educativa, esto implica que los estímulos novedosos, desafiantes y emocionalmente atractivos —características comunes en la enseñanza basada en la fascinación— pueden activar el sistema dopaminérgico, favoreciendo el enfoque sostenido y el esfuerzo cognitivo. La serotonina y la oxitocina, por su parte, también están implicadas en el bienestar emocional y en la creación de vínculos sociales positivos, lo cual refuerza la importancia de un clima emocional favorable en el aula de ciencias (Davidson & Begley, 2012).

1.2.4 Emociones epistémicas y aprendizaje profundo

Las emociones epistémicas, como la curiosidad, el interés, el asombro o la confusión productiva, tienen un impacto directo en el aprendizaje científico. Estas emociones surgen ante situaciones que implican desequilibrios cognitivos, incertidumbre o la necesidad de reorganizar conocimientos previos, y pueden motivar la exploración y la búsqueda de explicaciones (Pekrun et al., 2011).



En un estudio experimental realizado por D'Mello y Graesser (2012), se observó que los estudiantes que experimentaban confusión durante tareas de razonamiento mostraban un mayor compromiso cognitivo y mejores resultados de aprendizaje, en comparación con aquellos que permanecían emocionalmente neutros. Este hallazgo subraya el potencial educativo de emociones tradicionalmente consideradas negativas, siempre que estén acompañadas de orientación pedagógica y contención emocional.

Para la educación científica emocional, este tipo de emociones son altamente relevantes, ya que la enseñanza de ciencias naturales frecuentemente expone a los estudiantes a situaciones que desafían sus intuiciones o creencias previas. Si estas experiencias son gestionadas de forma adecuada, pueden convertirse en oportunidades para fomentar el pensamiento crítico y el aprendizaje profundo.

1.2.5 Plasticidad cerebral y entornos de aprendizaje

La neurociencia también ha demostrado que el cerebro humano posee una notable plasticidad, es decir, la capacidad de modificar sus conexiones neuronales en respuesta a experiencias y aprendizajes significativos (Doidge, 2007). Esta plasticidad no solo se da en la infancia, sino que se mantiene a lo largo de toda la vida, lo que refuerza la idea de que los contextos educativos deben estar diseñados para generar experiencias emocionalmente estimulantes, retadoras y sostenidas en el tiempo.



Un entorno emocionalmente enriquecido en el aula de ciencias, donde se estimule la participación activa, el trabajo colaborativo, el juego, la reflexión y el debate, contribuye a consolidar aprendizajes duraderos. Además, estos ambientes reducen los niveles de estrés crónico, el cual, cuando es prolongado, puede inhibir el funcionamiento del hipocampo y deteriorar la memoria y la atención (Sapolsky, 2004).

1.2.6 Implicaciones neuroeducativas para la práctica docente

Las evidencias neurocientíficas presentadas tienen implicaciones directas para la formación y la práctica docente en ciencias naturales. En primer lugar, reafirman la necesidad de que los educadores reconozcan el papel de las emociones en el aprendizaje y diseñen experiencias pedagógicas que estimulen la implicación emocional del estudiantado. En segundo lugar, indican que el aprendizaje significativo ocurre cuando los contenidos son presentados de forma contextualizada, relevante y emocionalmente resonante, y no simplemente como datos aislados.

Esto supone un desafío importante en el sistema educativo ecuatoriano, donde aún prevalecen prácticas centradas en la memorización y la evaluación punitiva. La incorporación de enfoques pedagógicos basados en la neuroeducación puede contribuir a transformar estas prácticas, promoviendo una enseñanza más centrada en el estudiante y en sus procesos emocionales y cognitivos.

Asimismo, el conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro debe ser parte de la formación inicial docente, no como un campo especializado, sino como una herramienta transversal para mejorar la planificación, la mediación y la evaluación del aprendizaje.

1.3 Relación entre emoción, atención y memoria en el aula

La enseñanza eficaz en ciencias naturales exige no solo el dominio del contenido disciplinar, sino también la comprensión de los mecanismos que permiten a los estudiantes prestar atención, retener información y recuperar conocimientos en contextos significativos. Dentro de este proceso, las emociones juegan un papel determinante, modulando de manera directa la atención y la memoria —dos funciones cognitivas esenciales para el aprendizaje.

1.3.1 Fundamentos neurocognitivos de la atención

La atención puede definirse como el proceso mediante el cual el sistema cognitivo selecciona y prioriza determinados estímulos del entorno, inhibiendo otros, con el fin de optimizar los recursos mentales disponibles (Posner & Petersen, 1990). Desde el punto de vista neurobiológico, la atención es regulada por una red distribuida que incluye el sistema reticular activador ascendente, el tálamo y la corteza prefrontal. Este sistema se ve influido por factores tanto externos como internos, siendo las emociones uno de los moduladores más significativos de su funcionamiento (Pessoa, 2008).

Las emociones positivas, como la curiosidad, la sorpresa o el entusiasmo, activan mecanismos de atención sostenida y selectiva, facilitando la codificación de los estímulos en la memoria de trabajo. Por el contrario, estados emocionales negativos intensos, como el miedo o la ansiedad, pueden generar bloqueos atencionales, reduciendo la capacidad de concentración y procesamiento (Pekrun et al., 2002). En entornos educativos, esto implica que el clima emocional del aula, así como las estrategias pedagógicas utilizadas, inciden directamente en la capacidad atencional del estudiantado.

1.3.2 Emoción como puerta de entrada a la memoria

La memoria es una función cognitiva que permite registrar, almacenar y recuperar información. Está compuesta por diferentes sistemas, entre ellos la memoria sensorial, la memoria de trabajo y la memoria de largo plazo. Cada uno de estos sistemas se ve afectado por la carga emocional de los estímulos que procesan. La codificación de información en la memoria de largo plazo, en particular, se ve facilitada cuando los estímulos están asociados a una experiencia emocional significativa (LeDoux, 2000).



Desde la perspectiva de la neurociencia, esta relación se explica por la interacción entre la amígdala y el hipocampo, estructuras cerebrales que procesan la emoción y la consolidación de la memoria, respectivamente (McGaugh, 2004). Cuando un estímulo despierta una respuesta emocional intensa, la amígdala activa al hipocampo, fortaleciendo la huella mnésica. Este fenómeno, conocido como *potenciación emocional de la memoria*, tiene importantes implicaciones educativas: los contenidos presentados de forma emocionalmente relevante tienden a ser mejor recordados que aquellos presentados de manera neutra o monótona.

1.3.3 Relevancia en el contexto del aula de ciencias

En el aula de ciencias, la vinculación entre emoción, atención y memoria adquiere especial relevancia debido a la naturaleza abstracta, compleja y, en muchos casos, contraintuitiva de los conceptos científicos. Fenómenos como la teoría de la relatividad, la mecánica cuántica, o incluso la fotosíntesis, requieren no solo una comprensión lógica, sino también una disposición mental activa y sostenida para ser apropiados significativamente. En este sentido, las emociones pueden actuar como catalizadores del aprendizaje si son intencionalmente incorporadas en la planificación didáctica.

Diversos estudios han confirmado que el uso de estrategias pedagógicas que despiertan la fascinación, como experimentos sorprendentes, narrativas científicas o la integración de recursos audiovisuales, mejora los niveles de atención y favorece la retención del conocimiento (Silvia, 2006; Nouri et al., 2019). En el contexto ecuatoriano, donde los informes del Ministerio de Educación identifican desmotivación y desinterés en las ciencias como factores de bajo rendimiento (Ministerio de Educación del Ecuador, 2022), este enfoque puede contribuir significativamente a revertir dicha tendencia.

1.3.4 Clima emocional y procesos de aprendizaje

El clima emocional del aula —entendido como el conjunto de actitudes, interacciones y estados afectivos que caracterizan el ambiente escolar— influye de forma determinante en el rendimiento académico. Un entorno positivo, seguro y empático favorece la disposición a la atención sostenida, disminuye la ansiedad académica y facilita la transferencia del conocimiento a la memoria de largo plazo (Extremera & Fernández-Berrocal, 2004).

En cambio, climas emocionales negativos, caracterizados por tensión, miedo al error, o falta de reconocimiento emocional, pueden activar el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal, aumentando los niveles de cortisol y afectando negativamente la capacidad de concentración, el razonamiento lógico y la recuperación de información (Sapolsky, 2004). Por tanto, no es suficiente con presentar contenidos científicos de forma rigurosa; es necesario diseñar contextos de aprendizaje emocionalmente acogedores que faciliten la implicación cognitiva del estudiantado.

1.3.5 El papel del docente en la mediación emocional del aprendizaje

El docente, como agente mediador, tiene un papel clave en la modulación emocional del proceso de aprendizaje. Su capacidad para reconocer, acoger y canalizar las emociones del grupo, así como para generar entusiasmo por el conocimiento, incide directamente en la calidad del aprendizaje. Estrategias como el uso de preguntas generadoras, la incorporación de anécdotas científicas, el humor académico o la variabilidad de estímulos son formas efectivas de captar y mantener la atención (Feldman Barrett, 2017).

Además, el docente puede contribuir a que los estudiantes comprendan sus propios estados emocionales y desarrollen habilidades metacognitivas y autorregulatorias, fundamentales para el aprendizaje autónomo. Esto es particularmente relevante en ciencias, donde la resolución de problemas y el pensamiento crítico requieren altos niveles de autorregulación cognitiva y emocional.

1.3.6 Integración de emociones en la planificación didáctica

La relación entre emoción, atención y memoria no puede quedar al azar en el aula. Para que este conocimiento tenga un impacto real, debe ser integrado explícitamente en la planificación curricular y didáctica. Esto implica, entre otras acciones, diseñar actividades que contemplen una secuencia emocional —inicio motivador, desarrollo retador y cierre significativo—, seleccionar materiales que despierten la curiosidad y organizar tiempos de clase que respeten los ritmos atencionales del grupo.



Asimismo, es fundamental incorporar evaluaciones formativas que no solo midan conocimientos, sino también emociones y actitudes frente al aprendizaje. Herramientas como diarios de aprendizaje, escalas de autoevaluación emocional o rúbricas integradas permiten monitorear el impacto afectivo de las estrategias pedagógicas y ajustar la intervención docente.

1.4 Perspectivas filosóficas sobre el conocimiento científico y emocional

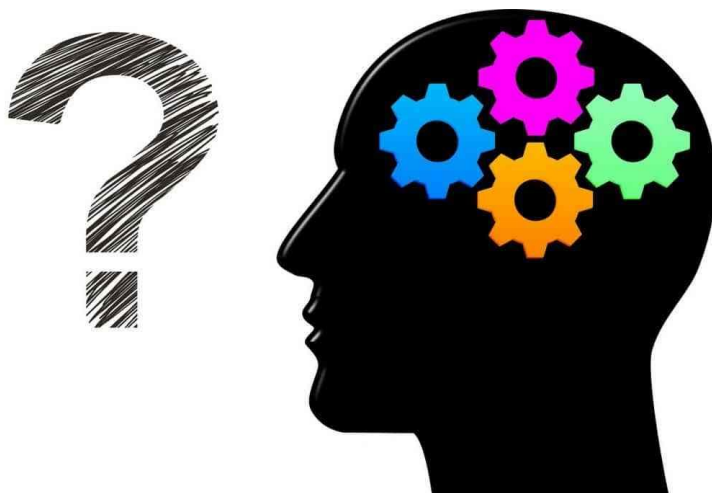
El debate sobre la naturaleza del conocimiento científico y su relación con la emoción ha sido un eje central en la historia de la epistemología. Tradicionalmente, la ciencia ha sido concebida como una actividad racional, objetiva y desprovista de elementos subjetivos, incluidos los emocionales. Esta concepción, heredera del pensamiento ilustrado, ha influido profundamente en la forma en que se enseña y se percibe la ciencia en los sistemas educativos. No obstante, corrientes filosóficas contemporáneas han cuestionado esta visión dicotómica, reconociendo que las emociones no solo forman parte de la vida humana, sino que también están involucradas en la construcción y validación del conocimiento.

1.4.1 Racionalismo clásico y exclusión de la emoción

El racionalismo, particularmente en su expresión cartesiana, postuló una separación tajante entre razón y emoción. René Descartes (1641/2004) planteó que el conocimiento válido debía fundarse en la razón pura, libre de las pasiones del cuerpo, consideradas fuente de error e ilusión. Esta visión dualista, que contrapone mente y cuerpo, razón y emoción, sentó las bases para una ciencia concebida como actividad exclusivamente lógica, analítica y objetiva. En el campo educativo, esta perspectiva se tradujo en metodologías centradas en la transmisión de contenidos formales, minimizando o ignorando el papel de las emociones en el aprendizaje. La enseñanza de las ciencias naturales, en particular, fue concebida como un proceso neutro, despersonalizado y orientado a la verificación empírica, sin considerar el contexto emocional o sociocultural del estudiante (Matthews, 1994).

1.4.2 Empirismo y objetividad científica

El empirismo, representado por autores como Francis Bacon y John Locke, reforzó la idea de que el conocimiento científico debe fundarse en la observación objetiva y la experiencia sensorial, eliminando la subjetividad como fuente de distorsión. Esta concepción ha contribuido a consolidar la imagen de la ciencia como una empresa colectiva basada en la recolección de datos, el método inductivo y la replicabilidad, pero también ha alimentado la idea de que las emociones deben ser excluidas del proceso científico.



Sin embargo, filósofos contemporáneos como Thomas Kuhn (1970) y Paul Feyerabend (1975) han cuestionado la supuesta neutralidad de la ciencia, argumentando que los marcos teóricos, los intereses personales y las comunidades científicas influyen en la forma en que se produce, interpreta y acepta el conocimiento. En este contexto, las emociones —como la admiración, la duda o la pasión investigativa— no son ajenas a la ciencia, sino componentes que orientan la elección de problemas, el diseño experimental y la interpretación de resultados.

1.4.3 Giro epistemológico: constructivismo y enfoque sociocultural

El constructivismo epistemológico ha representado un giro significativo en la forma de concebir el conocimiento. Autores como Jean Piaget y Jerome Bruner sostienen que el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción activa del sujeto que interactúa con su entorno. Esta visión abre la posibilidad de considerar a la emoción como parte constitutiva del proceso cognitivo, ya que las motivaciones, intereses y sentimientos influyen en cómo se organiza, interpreta y asimila la información (Bruner, 1990).

Por su parte, el enfoque sociocultural de Lev Vygotsky (1978) sostiene que el desarrollo cognitivo ocurre en interacción con otros, en contextos culturalmente mediados. En este marco, las emociones no solo afectan al individuo, sino que son construidas socialmente y forman parte del proceso de internalización del conocimiento. La enseñanza de las ciencias debe reconocer que los estudiantes llegan al aula con marcos de sentido emocionales y culturales que inciden en su forma de comprender los fenómenos científicos.

1.4.4 Emoción y conocimiento en la fenomenología y la hermenéutica

Otras corrientes filosóficas, como la fenomenología y la hermenéutica, también han ofrecido aportes valiosos para una concepción más integradora del conocimiento. Edmund Husserl (1962) planteó que toda experiencia tiene una dimensión intencional, es decir, está dirigida hacia un objeto, y está cargada de significación. En este sentido, el conocimiento no es puramente objetivo, sino que está mediado por la vivencia subjetiva.

Hans-Georg Gadamer (1975), desde la hermenéutica, profundizó esta idea al sostener que la comprensión implica siempre una fusión de horizontes entre el sujeto y el objeto de conocimiento. Esta interacción no es meramente racional, sino que incluye la sensibilidad, la historia personal y las emociones del intérprete. Aplicado a la educación científica, esto significa que enseñar ciencias no puede reducirse a transmitir hechos, sino que debe involucrar al estudiante en una experiencia de sentido que convoque su dimensión emocional.

1.4.5 Ética del conocimiento y emocionalidad en la ciencia

La reflexión filosófica sobre el conocimiento también ha planteado cuestiones éticas que involucran a las emociones. Martha Nussbaum (2001) sostiene que las emociones son formas de juicio valorativo que expresan lo que las personas consideran importante, y por tanto, cumplen una función ética en la vida pública. En el ámbito científico, esto se traduce en la necesidad de formar ciudadanos capaces de participar en debates sobre temas como el cambio climático, la biotecnología o la inteligencia artificial, no solo con argumentos racionales, sino también con sensibilidad ética y empatía social.

La educación científica emocional, en este sentido, no solo promueve el pensamiento crítico, sino también la conciencia ética, al incorporar emociones como la indignación ante la injusticia ambiental, la compasión por los seres vivos o la admiración por la complejidad del universo. Estas emociones, lejos de obstaculizar el conocimiento, lo enriquecen y lo vinculan con la acción transformadora.

Reconocer la dimensión emocional del conocimiento científico implica transformar profundamente los fines y los métodos de la educación científica. Desde una perspectiva filosófica, esto supone pasar de una pedagogía de la transmisión a una pedagogía de la experiencia, donde el conocimiento se construye a partir del diálogo entre razón y emoción, sujeto y objeto, ciencia y cultura.



Esto conlleva implicaciones curriculares y didácticas concretas, como la inclusión de contenidos que aborden los dilemas éticos de la ciencia, la valoración de la biografía emocional del estudiante como punto de partida para el aprendizaje, y la promoción de metodologías que favorezcan la implicación afectiva con los contenidos, como la narración, el juego o la simulación.

1.5 Historia de la enseñanza de las ciencias en Ecuador

El análisis histórico de la enseñanza de las ciencias en Ecuador permite comprender las raíces de los enfoques pedagógicos vigentes y los desafíos estructurales que enfrenta la educación científica en el país. Este recorrido no solo contextualiza el presente, sino que también ilumina las oportunidades para introducir enfoques más integradores, como la educación científica emocional. A lo largo del tiempo, la enseñanza de las ciencias ha estado influenciada por factores políticos, económicos y culturales, así como por reformas educativas que han intentado con distintos grados de éxito modernizar el currículo, mejorar la formación docente y promover una cultura científica.

1.5.1 Orígenes y primeras manifestaciones (siglo XIX – primera mitad del siglo XX)

Durante el siglo XIX, la educación formal en Ecuador estuvo profundamente influenciada por los modelos europeos, en particular el francés y el español, los cuales promovían una enseñanza basada en la memorización de contenidos, sin un énfasis particular en las ciencias naturales. Las primeras manifestaciones de la enseñanza científica se dieron en colegios religiosos y, posteriormente, en las nacientes instituciones públicas, donde se impartían rudimentos de física, química y biología, generalmente como materias secundarias dentro del currículo humanista predominante (Espinosa, 2011).

En esta etapa, la ciencia era concebida principalmente como un conocimiento abstracto y de élite, desvinculado de las necesidades prácticas de la sociedad. La ausencia de laboratorios, materiales didácticos y formación específica en el área limitó gravemente el desarrollo de una cultura científica escolar, fenómeno que persistió hasta bien entrado el siglo XX.

1.5.2 Reformas educativas y modernización (décadas de 1960 a 1980)

A partir de la década de 1960, Ecuador experimentó una serie de reformas educativas impulsadas tanto por gobiernos nacionales como por organismos internacionales, entre ellos la UNESCO y el BID. Estas reformas promovieron la expansión del sistema educativo, la diversificación del currículo y la incorporación de nuevas metodologías de enseñanza. En el área de ciencias, se introdujeron contenidos más sistemáticos y se impulsó la idea del aprendizaje por descubrimiento, inspirado en el modelo de Jerome Bruner (1977).

Sin embargo, la implementación de estas reformas enfrentó importantes obstáculos estructurales: escasa inversión estatal, baja cobertura escolar en zonas rurales, falta de materiales didácticos y una formación docente insuficiente para aplicar los nuevos enfoques pedagógicos (Pacheco, 2009). A pesar de estos retos, se sentaron las bases para una enseñanza de las ciencias más orientada a la comprensión conceptual y la indagación.

1.5.3 Consolidación del currículo científico (décadas de 1990 a 2000)

Durante las últimas décadas del siglo XX, se consolidó un currículo nacional que reconocía explícitamente la importancia de las ciencias naturales como área de conocimiento fundamental. El currículo de 1996 introdujo por primera vez competencias relacionadas con el pensamiento crítico, la experimentación y la contextualización de los contenidos científicos. Se establecieron estándares de aprendizaje que pretendían articular teoría y práctica, aunque su aplicación efectiva fue limitada.

La década de 2000 trajo consigo nuevas transformaciones, con énfasis en la calidad educativa, la evaluación estandarizada y la formación por competencias. Se desarrollaron programas para la mejora de la infraestructura escolar, incluyendo laboratorios y materiales educativos, aunque su distribución fue desigual, especialmente en zonas rurales y comunidades indígenas (INEC, 2010).

1.5.4 El nuevo currículo nacional y el enfoque por competencias (2016 en adelante)

Uno de los hitos más relevantes en la enseñanza de las ciencias en Ecuador fue la implementación del *Currículo Nacional de Educación General Obligatoria* de 2016, elaborado por el Ministerio de Educación. Este documento establece que la enseñanza de las ciencias debe promover el desarrollo del pensamiento científico, la indagación, el análisis crítico y la contextualización de los fenómenos naturales y sociales (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016).



El currículo incorpora explícitamente competencias como “explicar fenómenos con base en evidencia científica”, “formular preguntas investigables” y “valorar el conocimiento científico para la vida cotidiana”, lo cual representa un avance importante respecto a los enfoques tradicionales. No obstante, sigue siendo limitada la consideración explícita de la dimensión emocional del aprendizaje, tanto en los objetivos como en las metodologías sugeridas.

1.5.5 Formación docente en ciencias: avances y limitaciones

La formación inicial y continua del profesorado ha sido un componente clave —y también problemático— en la historia de la enseñanza de las ciencias en Ecuador. Aunque existen universidades que ofrecen programas específicos en educación en ciencias naturales, persiste una brecha entre la teoría curricular y la práctica docente en las aulas.

Estudios realizados por Robalino y Hernández (2018) muestran que muchos docentes carecen de herramientas metodológicas para aplicar enfoques activos y contextualizados, recurriendo frecuentemente a clases expositivas y evaluaciones memorísticas. Además, son escasos los programas de formación que incluyan el desarrollo de competencias emocionales o la comprensión del vínculo entre emoción y aprendizaje en el ámbito científico.

1.5.6 Desigualdades estructurales y brechas territoriales

Un aspecto crítico en la evolución de la enseñanza científica en Ecuador es la persistencia de desigualdades estructurales que afectan la calidad y equidad del acceso a una educación científica significativa. Las zonas rurales, indígenas y periféricas enfrentan mayores dificultades en términos de infraestructura, disponibilidad de docentes especializados y acceso a recursos educativos (UNESCO, 2019).

Estas brechas se traducen en bajos niveles de logro en ciencias. Según los resultados del *Estudio Regional Comparativo y Explicativo* (ERCE), Ecuador se encuentra por debajo del promedio regional en el área de ciencias naturales, con marcadas diferencias según el nivel socioeconómico del estudiantado (UNESCO, 2020). Esto evidencia la necesidad de políticas públicas que aborden la enseñanza de las ciencias no solo desde la perspectiva curricular, sino también desde la justicia social.

1.5.7 Implicaciones para la educación científica emocional

El recorrido histórico de la enseñanza de las ciencias en Ecuador permite identificar múltiples factores que justifican la necesidad de incorporar un enfoque de educación científica emocional. A pesar de los avances normativos y curriculares, persisten prácticas pedagógicas que ignoran la dimensión afectiva del aprendizaje, lo cual limita la motivación, el interés y la apropiación significativa del conocimiento científico.



La historia también muestra que las reformas educativas han tenido un impacto limitado cuando no han ido acompañadas de procesos sostenidos de formación docente, inversión en recursos y atención a las realidades socioemocionales del estudiantado. En este sentido, la educación científica emocional representa una alternativa no solo innovadora, sino coherente con las necesidades históricas y actuales del sistema educativo ecuatoriano.

1.6 Enfoques pedagógicos contemporáneos en ciencias naturales

En las últimas décadas, el campo de la didáctica de las ciencias naturales ha experimentado una evolución significativa, influenciada por avances en psicología del aprendizaje, epistemología, neurociencias y sociología de la educación. Estos aportes han dado lugar a enfoques pedagógicos contemporáneos que buscan superar la enseñanza tradicional centrada en la transmisión unidireccional de conocimientos, promoviendo en cambio prácticas activas, críticas y contextualizadas.

1.6.1 Enfoque por indagación

El enfoque por indagación, también conocido como *Inquiry-Based Science Education* (IBSE), promueve que los estudiantes construyan conocimiento científico mediante la formulación de preguntas, la realización de experimentos, la recolección y análisis de datos, y la elaboración de conclusiones fundamentadas (Bybee et al., 2006). Inspirado en las ideas de John Dewey y Jerome Bruner, este enfoque fomenta una actitud activa frente al conocimiento y desarrolla habilidades científicas como la observación, la inferencia y la argumentación.

En Ecuador, el currículo nacional incorpora elementos de este enfoque, promoviendo el uso de metodologías experimentales y proyectos de investigación escolar (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016). No obstante, su implementación enfrenta limitaciones relacionadas con la falta de recursos, tiempo y formación docente específica, especialmente en contextos rurales o de alta vulnerabilidad educativa.

1.6.2 Aprendizaje basado en proyectos (ABP)

El aprendizaje basado en proyectos es una metodología centrada en la resolución de problemas reales o simulados, que implica la integración de contenidos disciplinares con habilidades transversales como la colaboración, la creatividad y la gestión del tiempo (Thomas, 2000). En el ámbito de las ciencias naturales, este enfoque permite que los estudiantes exploren fenómenos complejos de forma interdisciplinaria, diseñando soluciones prácticas a partir del conocimiento científico.



Este modelo tiene un alto potencial para generar implicación emocional, ya que los estudiantes se enfrentan a situaciones significativas que requieren compromiso, esfuerzo sostenido y trabajo en equipo. Asimismo, promueve el desarrollo del pensamiento crítico al demandar que las decisiones sean justificadas con evidencia y que las soluciones sean evaluadas desde múltiples perspectivas.

1.6.3 Enfoque STEAM

El enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) propone una integración de disciplinas que tradicionalmente han sido tratadas de manera aislada. A diferencia del modelo STEM original, STEAM incorpora el arte como componente fundamental, no solo para desarrollar la creatividad, sino también para fomentar la sensibilidad estética, la expresión personal y la conexión emocional con el conocimiento (Yakman, 2008).

Este enfoque se alinea estrechamente con los principios de la educación científica emocional, al valorar tanto los procesos cognitivos como los afectivos en el aprendizaje. En Ecuador, algunas instituciones educativas han comenzado a incorporar elementos STEAM en su práctica docente, particularmente en proyectos interdisciplinarios y ferias de ciencia, aunque aún no existe una política nacional que promueva su implementación sistemática.

1.6.4 Enseñanza basada en problemas (EBP)

La enseñanza basada en problemas es una estrategia que coloca al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje mediante el análisis de situaciones complejas que no tienen una única solución correcta. En ciencias naturales, este enfoque permite abordar fenómenos como el cambio climático, la escasez de agua o las pandemias desde una perspectiva científica, ética y social. La EBP estimula tanto la comprensión conceptual como la implicación emocional, ya que los problemas planteados suelen estar vinculados con la vida cotidiana y con los desafíos del entorno. Además, fomenta la autonomía del estudiante, el trabajo colaborativo y la toma de decisiones fundamentadas, competencias esenciales para la alfabetización científica crítica.

1.6.5 Pedagogía crítica de las ciencias

La pedagogía crítica, inspirada en las ideas de Paulo Freire (1970), propone una enseñanza de las ciencias que no solo transmita conocimientos, sino que también cuestione las estructuras de poder, las injusticias sociales y las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Desde esta perspectiva, el conocimiento científico no es neutro, sino que está atravesado por intereses, valores y contextos históricos.

Aplicada a las ciencias naturales, la pedagogía crítica busca formar ciudadanos capaces de analizar críticamente el uso del conocimiento científico, sus implicaciones éticas y su impacto ambiental. Este enfoque favorece una educación científica emocional al convocar la indignación moral, la empatía y el compromiso social como motores del aprendizaje.

1.6.6 Aprendizaje experiencial y trabajo de campo

El aprendizaje experiencial, basado en la teoría de David Kolb (1984), enfatiza el rol de la experiencia directa en la construcción del conocimiento. En ciencias naturales, esta metodología se traduce en actividades como salidas de campo, observaciones en la naturaleza, visitas a laboratorios o participación en proyectos comunitarios de conservación ambiental.

Estas experiencias permiten que los estudiantes establezcan conexiones personales y emocionales con los fenómenos estudiados, fortaleciendo su sentido de pertenencia al entorno y su responsabilidad ecológica. La educación científica emocional encuentra en esta metodología una vía efectiva para despertar la fascinación y cultivar la conciencia ambiental.

1.6.7 Evaluación de los enfoques contemporáneos en el contexto ecuatoriano

Aunque los enfoques pedagógicos contemporáneos ofrecen herramientas valiosas para renovar la enseñanza de las ciencias, su aplicación en Ecuador presenta desafíos significativos. Entre ellos destacan la rigidez del currículo en algunos niveles, la sobrecarga laboral del profesorado, la escasez de recursos y la limitada formación inicial en metodologías activas y emocionales (Robalino & Hernández, 2018).



Sin embargo, también existen experiencias innovadoras a nivel local que demuestran la viabilidad y el impacto positivo de estos enfoques cuando se adaptan al contexto cultural y escolar. Programas de educación ambiental, clubes de ciencia y proyectos interdisciplinarios han mostrado resultados prometedores en términos de motivación, aprendizaje profundo y desarrollo de competencias científicas y emocionales.

1.7 El papel del docente en la mediación emocional del conocimiento

En el marco de la educación científica emocional, el docente ocupa una posición estratégica como mediador entre el conocimiento científico y las experiencias emocionales del estudiantado. Su función ya no se limita a la transmisión de contenidos, sino que se amplía hacia la creación de ambientes de aprendizaje emocionalmente seguros, estimulantes y significativos.

1.7.1 La docencia como práctica emocionalmente situada

La práctica docente es, por naturaleza, una actividad profundamente emocional. Según Hargreaves (2001), enseñar es una labor cargada de emociones, no solo porque implica relaciones humanas complejas, sino también porque los docentes ponen en juego sus propias creencias, valores y afectos. En el ámbito de las ciencias naturales, esta dimensión adquiere particular relevancia, ya que el entusiasmo, la fascinación o el escepticismo del profesorado pueden influir directamente en la percepción que los estudiantes construyen sobre la ciencia.

La educación científica emocional reconoce que el docente no solo enseña un contenido, sino que también transmite —de manera explícita o implícita— actitudes hacia el conocimiento. Su disposición emocional, su forma de relacionarse con los estudiantes y su capacidad para generar climas de aula positivos son factores que inciden significativamente en el aprendizaje (Zembylas, 2007). Por ello, formar docentes emocionalmente competentes es una condición sine qua non para implementar este enfoque de manera efectiva.

1.7.2 Competencias emocionales del profesorado

Las competencias emocionales docentes se refieren a la capacidad para identificar, comprender, expresar y regular las propias emociones, así como para reconocer y responder adecuadamente a las emociones del estudiantado (Bisquerra, 2009). Estas competencias son fundamentales para construir relaciones pedagógicas basadas en la empatía, el respeto mutuo y la motivación.



Diversos estudios han demostrado que los docentes con alta inteligencia emocional tienden a manejar mejor el aula, resolver conflictos de manera más efectiva y generar ambientes de aprendizaje más colaborativos y positivos (Brackett et al., 2010). En el contexto de las ciencias, estas competencias permiten al profesorado detectar signos de frustración, ansiedad o desconexión cognitiva, y adaptar sus estrategias para apoyar emocional y académicamente a sus estudiantes.

1.7.3 La mediación emocional en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Mediar emocionalmente el conocimiento implica más que acompañar afectivamente al estudiante; supone diseñar intencionalmente experiencias de aprendizaje que integren la dimensión emocional como recurso pedagógico. En ciencias naturales, esto se puede traducir en el uso de preguntas provocadoras, relatos inspiradores, experimentos sorprendentes o debates sobre dilemas éticos que generen implicación emocional y cognitiva.

Un ejemplo ilustrativo es la enseñanza del cambio climático. Un enfoque tradicional podría limitarse a exponer datos científicos, mientras que un enfoque emocionalmente mediado incluiría el análisis de testimonios de comunidades afectadas, la visualización de imágenes impactantes o la reflexión sobre las consecuencias éticas del consumo. Este tipo de abordaje no solo facilita la comprensión conceptual, sino que también promueve el pensamiento crítico, la empatía y el compromiso social.

1.7.4 Formación inicial y continua del profesorado

La incorporación de la dimensión emocional en la enseñanza de las ciencias exige una transformación en los programas de formación docente. La mayoría de los planes de estudio en las facultades de educación se centran en contenidos disciplinares y metodológicos, con escasa atención a las competencias socioemocionales o a la neuroeducación (Robalino & Hernández, 2018). Esta omisión limita la capacidad del futuro docente para reconocer el papel de las emociones en el aprendizaje y para diseñar estrategias pedagógicas que las integren.

En respuesta a esta necesidad, diversas universidades en América Latina han comenzado a incluir módulos de educación emocional, así como asignaturas relacionadas con neuroeducación y desarrollo socioemocional. No obstante, estas iniciativas aún son incipientes en Ecuador, y su implementación sistemática requeriría una revisión curricular de los programas de formación inicial, así como una oferta continua de capacitación docente en servicio.

1.7.5 Estrategias didácticas para la mediación emocional

Existen múltiples estrategias que el profesorado puede utilizar para mediar emocionalmente el conocimiento científico. Entre ellas destacan:

- **Narrativas científicas:** el uso de historias sobre descubrimientos, biografías de científicas y científicos o relatos históricos permite conectar emocionalmente con los contenidos y humanizar el conocimiento.
- **Uso de recursos visuales y audiovisuales:** videos, documentales y simulaciones pueden generar emociones como el asombro, la sorpresa o la indignación, motivando la exploración científica.
- **Técnicas de reflexión emocional:** como el diario de emociones, las encuestas afectivas o los círculos de diálogo, que permiten al estudiante expresar sus sentimientos frente al aprendizaje.
- **Gamificación y aprendizaje basado en retos:** metodologías que combinan desafío, logro y emoción, estimulando la motivación intrínseca.
- **Acompañamiento emocional personalizado:** mediante tutorías, retroalimentación empática y atención a la diversidad emocional del grupo.

Estas estrategias deben ser seleccionadas y aplicadas con base en un conocimiento profundo del grupo, del contenido científico y de los objetivos formativos del curso.

1.7.6 Obstáculos y resistencias en la práctica docente

A pesar de su relevancia, la mediación emocional en la enseñanza de las ciencias aún enfrenta resistencias y obstáculos en el contexto escolar. Entre los principales se encuentran la sobrecarga administrativa del profesorado, la presión por cumplir con contenidos curriculares extensos, la cultura escolar centrada en la evaluación estandarizada y la escasa valoración institucional de la dimensión emocional.

Además, algunos docentes pueden percibir el enfoque emocional como una amenaza a su autoridad o como una tarea impropia de su rol profesional, especialmente si no han recibido formación adecuada en este campo. Estas resistencias pueden ser superadas mediante procesos de sensibilización, espacios de reflexión colectiva y políticas educativas que reconozcan la centralidad de las emociones en el aprendizaje.



CAPÍTULO 2

FASCINACIÓN COMO MOTOR DE APRENDIZAJE EN CIENCIAS NATURALES



Capítulo 2: Fascinación como Motor de Aprendizaje en Ciencias Naturales

La fascinación constituye una de las emociones epistémicas más poderosas y, a la vez, subutilizadas en el ámbito educativo, especialmente en la enseñanza de las ciencias naturales. Esta emoción, caracterizada por un intenso interés y una atención sostenida hacia un objeto o fenómeno, actúa como un catalizador del aprendizaje, despertando la curiosidad, promoviendo la exploración autónoma y facilitando la retención de conocimientos complejos (Silvia, 2006). En este capítulo se analizará en profundidad el papel de la fascinación como motor emocional y cognitivo del aprendizaje científico, examinando sus fundamentos psicológicos, su aplicabilidad pedagógica y su relevancia en el contexto educativo ecuatoriano.



Desde una perspectiva neuroeducativa, la fascinación activa redes cerebrales relacionadas con el sistema de recompensa, la memoria y la atención, favoreciendo una disposición emocional positiva hacia el conocimiento (Mora, 2017).

A diferencia del interés pasivo o la simple curiosidad episódica, la fascinación implica un involucramiento sostenido que puede conducir al aprendizaje autodirigido, a la creatividad y al pensamiento crítico. En el ámbito de las ciencias naturales —una disciplina a menudo percibida como abstracta, difícil o ajena a la vida cotidiana—, generar fascinación en el estudiantado representa una estrategia pedagógica clave para superar el desinterés, la ansiedad académica y la desconexión emocional con los contenidos curriculares.

Este capítulo se inscribe en los objetivos generales del trabajo, al proponer la fascinación no como un recurso accesorio, sino como un componente central de la educación científica emocional. Se parte del reconocimiento de que la experiencia estética, el asombro ante los fenómenos naturales y el deseo de comprender el mundo son emociones legítimas y necesarias para la apropiación significativa del conocimiento científico (Keltner & Haidt, 2003). Estas emociones no solo motivan, sino que también abren la puerta al cuestionamiento, a la formulación de hipótesis y a la interpretación crítica de la realidad.

2.1 Definición y componentes psicológicos de la fascinación

La fascinación, como fenómeno psicológico, constituye una emoción epistémica clave en el proceso de aprendizaje, especialmente en contextos educativos donde el objetivo es fomentar la curiosidad, el pensamiento crítico y la implicación afectiva con el conocimiento. En el ámbito de la educación científica emocional, comprender qué es la fascinación, cómo se manifiesta y qué condiciones la favorecen resulta fundamental para diseñar experiencias de enseñanza que no solo transmitan contenidos científicos, sino que también despierten un vínculo significativo con ellos.

2.1.1 Conceptualización de la fascinación

Desde la psicología cognitiva y afectiva, la fascinación se define como un estado de intensa atención involuntaria acompañado de emociones positivas, caracterizado por una absorción prolongada hacia un objeto, fenómeno o experiencia que genera asombro o admiración (Silvia, 2006).

A diferencia del interés común, que puede ser más superficial o pasajero, la fascinación implica una implicación emocional profunda que captura la atención del sujeto y lo motiva a explorar, indagar y comprender con mayor profundidad.

Keltner y Haidt (2003), en su estudio sobre emociones auto-trascendentes, sostienen que el asombro y la fascinación son respuestas emocionales que surgen ante estímulos que desafían nuestras expectativas, trascienden la comprensión ordinaria o revelan una forma inesperada de belleza o complejidad.

Esta experiencia emocional no solo moviliza afectos positivos, sino que también activa procesos cognitivos de reestructuración del conocimiento, lo que la convierte en una emoción altamente productiva para el aprendizaje.

En el ámbito educativo, la fascinación puede ser provocada por múltiples estímulos: un experimento sorprendente, una imagen impactante del universo, una narración histórica sobre un descubrimiento científico, o una pregunta que interpela directamente la experiencia del estudiante. Lo esencial es que este estímulo sea percibido como significativo, novedoso y relevante, activando una respuesta emocional que lleve a la exploración cognitiva.

2.1.2 Dimensiones afectivas y cognitivas

La fascinación tiene una estructura compleja que integra componentes emocionales, atencionales, motivacionales y cognitivos. Entre sus principales dimensiones se pueden identificar:

- **Dimensión emocional:** se manifiesta en sentimientos de admiración, entusiasmo, asombro y deleite, que generan una predisposición positiva hacia el objeto de fascinación. Estas emociones suelen estar acompañadas de expresiones no verbales como sonrisas, dilatación pupilar y posturas corporales de apertura
- **Dimensión atencional:** la fascinación induce una forma de atención sostenida e involuntaria, donde el sujeto se concentra intensamente en el estímulo, excluyendo otros distractores. Esta atención focalizada es esencial para el aprendizaje profundo, ya que facilita la codificación de la información en la memoria de largo plazo (Immordino-Yang & Damasio, 2007).
- **Dimensión motivacional:** al generar placer y curiosidad, la fascinación incrementa la motivación intrínseca para aprender. Según Deci y Ryan (1985), esta forma de motivación se asocia con una mayor persistencia, esfuerzo y satisfacción en el proceso de aprendizaje.
- **Dimensión cognitiva:** la fascinación estimula la formulación de preguntas, la búsqueda de explicaciones y la necesidad de comprender. Este componente es clave en las ciencias, donde el conocimiento avanza precisamente a partir del cuestionamiento y la indagación.

Estas dimensiones actúan de manera sinérgica, generando un estado mental óptimo para la adquisición de nuevos conocimientos y el desarrollo de habilidades cognitivas complejas, como el pensamiento analítico y la resolución de problemas.

2.1.3 Factores que potencian la fascinación

Diversos estudios han identificado condiciones contextuales y personales que favorecen la aparición de la fascinación en contextos educativos. Entre los factores más relevantes se encuentran:

- **Novedad y complejidad óptima:** los estímulos que son nuevos pero comprensibles tienden a generar mayor fascinación que aquellos demasiado simples o excesivamente complejos (Berlyne, 1960). Esto implica que el contenido debe estar ajustado a la zona de desarrollo próximo del estudiante, combinando desafío y accesibilidad.
- **Conexión con experiencias personales:** cuando el contenido se relaciona con la vida cotidiana, los intereses o las preocupaciones del estudiante, es más probable que genere una respuesta emocional significativa. En ciencias naturales, esto puede lograrse mediante ejemplos aplicados, estudios de caso o problemas contextualizados.
- **Estética del conocimiento:** la presentación visual, narrativa o experimental del contenido también influye en la capacidad de provocar fascinación. Elementos como la belleza matemática, la armonía en los patrones naturales o las historias de grandes descubrimientos científicos pueden funcionar como disparadores emocionales.
- **Clima emocional del aula:** un entorno afectivo positivo, donde se valora la participación, se acepta el error como parte del aprendizaje y se estimula la curiosidad, facilita la apertura emocional necesaria para que la fascinación emerja. Este clima es promovido principalmente por el docente, a través de su actitud, lenguaje y prácticas pedagógicas (Zembylas, 2007).

2.1.4 Diferencias individuales y accesibilidad emocional

Si bien la fascinación es una emoción ampliamente compartida, no todos los estudiantes responden de la misma manera ante los mismos estímulos. Las diferencias individuales en estilos de aprendizaje, intereses personales, experiencias previas y niveles de alfabetización científica pueden influir en la probabilidad de experimentar fascinación por un determinado contenido (Ainley et al., 2002).

En este sentido, es fundamental que el diseño didáctico contemple una diversidad de estímulos y estrategias que permitan a todos los estudiantes —independientemente de su bagaje cultural o nivel académico— acceder a experiencias emocionales significativas. Esta perspectiva inclusiva es particularmente importante en contextos como el ecuatoriano, caracterizado por una alta heterogeneidad sociocultural y educativa.

2.1.5 Relevancia educativa de la fascinación en ciencias naturales

La fascinación no solo facilita el aprendizaje en términos de adquisición de información, sino que también contribuye a desarrollar actitudes científicas fundamentales, como la curiosidad, la apertura mental, el escepticismo constructivo y la perseverancia. Además, al generar una conexión emocional con el contenido, favorece la construcción de una identidad científica, especialmente en niñas, adolescentes y grupos subrepresentados en las disciplinas STEM (Tai et al., 2006).

En el contexto específico de Ecuador, donde los niveles de motivación hacia las ciencias naturales son relativamente bajos (UNESCO, 2020), incorporar estrategias para inducir fascinación puede ser una vía efectiva para mejorar el compromiso del estudiantado y promover una alfabetización científica crítica y transformadora.

2.2 La curiosidad científica como emoción epistémica



La curiosidad ha sido reconocida desde la antigüedad como un motor fundamental del conocimiento humano. En el contexto educativo, y particularmente en la enseñanza de las ciencias naturales, su rol adquiere una relevancia especial

por su capacidad para movilizar procesos cognitivos complejos y generar una implicación afectiva sostenida en los estudiantes.

2.2.1 Definición y clasificación de la curiosidad

La curiosidad puede definirse como un estado emocional y cognitivo que se caracteriza por la necesidad de adquirir nueva información, resolver ambigüedades o reducir una brecha de conocimiento percibida (Loewenstein, 1994). A diferencia del simple interés, que puede ser pasivo o receptivo, la curiosidad implica una disposición activa hacia la exploración, la formulación de preguntas y la búsqueda de respuestas. Es una emoción orientada al objeto del conocimiento, motivada por el reconocimiento de la ignorancia y la posibilidad de superarla.

Diversos autores han clasificado la curiosidad en diferentes tipos. Litman y Silvia (2006), por ejemplo, distinguen entre *curiosidad epistémica* (centrada en la adquisición de conocimiento abstracto) y *curiosidad perceptual* (provocada por estímulos sensoriales novedosos). En el ámbito educativo, la curiosidad epistémica es especialmente relevante, ya que se relaciona con el deseo sostenido de aprender, comprender y dominar conceptos complejos.

2.2.2 Curiosidad y procesos cognitivos en ciencias

La curiosidad científica activa una serie de procesos cognitivos fundamentales para el aprendizaje significativo. Entre ellos se encuentran:

- **Formulación de hipótesis:** la curiosidad estimula la elaboración de suposiciones tentativas que explican fenómenos desconocidos, lo que constituye un paso esencial en el método científico.
- **Razonamiento inductivo y deductivo:** los estudiantes curiosos tienden a buscar patrones, relaciones causales y principios generales a partir de observaciones concretas, lo cual potencia el desarrollo del pensamiento lógico.
- **Resolución de problemas:** ante situaciones desafiantes, la curiosidad promueve la persistencia, la creatividad y la exploración de múltiples estrategias para encontrar soluciones.
- **Autorregulación del aprendizaje:** la motivación intrínseca generada por la curiosidad favorece la planificación, el monitoreo y la evaluación de los propios procesos de aprendizaje, lo que fortalece la autonomía académica.

Estos procesos no solo mejoran el rendimiento académico, sino que también promueven una relación más profunda y personal con el conocimiento científico, en consonancia con los objetivos de la educación científica emocional.

2.2.3 Bases neurobiológicas de la curiosidad

Desde la neurociencia, se ha identificado que la curiosidad activa circuitos cerebrales vinculados con el sistema de recompensa, en particular el área tegmental ventral y el núcleo accumbens, asociados a la liberación de dopamina (Kang et al., 2009). Esta activación no solo genera placer al adquirir nueva información, sino que también mejora la codificación y retención de dicha información en la memoria de largo plazo, incluso cuando no es directamente relevante para la curiosidad inicial.

Este hallazgo tiene importantes implicaciones educativas: los contenidos que se enseñan en un estado de alta curiosidad tienen mayor probabilidad de ser recordados posteriormente, lo que confirma el valor de diseñar actividades que despierten esta emoción como estrategia didáctica. Asimismo, el conocimiento de estas bases neurobiológicas refuerza la legitimidad de integrar emociones epistémicas como la curiosidad en la planificación curricular de ciencias.

2.2.4 Estrategias para estimular la curiosidad científica

Existen diversas estrategias didácticas que los docentes pueden utilizar para fomentar la curiosidad en el aula de ciencias. Entre las más destacadas se encuentran:

- **Planteamiento de preguntas abiertas:** formular interrogantes que no tienen una única respuesta correcta o que invitan a la investigación, como “¿Qué pasaría si...?” o “¿Cómo podríamos comprobar que...?”.

- **Uso de fenómenos inesperados o contraintuitivos:** presentar situaciones que contradigan las ideas previas del estudiantado para generar un “conflicto cognitivo” que motive la exploración.
- **Diseño de experimentos guiados por la pregunta:** en lugar de presentar el procedimiento completo, permitir que los estudiantes diseñen su propio experimento en función de una hipótesis personal.
- **Incorporación de dilemas científicos o éticos:** discutir temas como el uso de organismos genéticamente modificados, la energía nuclear o la inteligencia artificial, promoviendo el debate y la reflexión crítica.
- **Utilización de tecnologías interactivas:** simuladores, juegos digitales y plataformas de exploración científica pueden aumentar el atractivo del contenido y facilitar la indagación autónoma.

Estas estrategias, además de despertar la curiosidad, crean un ambiente de aprendizaje activo, participativo y emocionalmente estimulante, que favorece el compromiso cognitivo del estudiantado.



2.2.5 Obstáculos al desarrollo de la curiosidad en el aula

A pesar de su valor educativo, la curiosidad no siempre encuentra un terreno fértil en las aulas de ciencias. Entre los principales obstáculos se encuentran:

- **Enfoques pedagógicos transmisivos:** metodologías centradas en la exposición del docente, la memorización y la evaluación cerrada inhiben la formulación de preguntas y el pensamiento divergente.
- **Currículos rígidos y sobrecargados:** la presión por “cubrir” contenidos extensos en poco tiempo puede desalentar las actividades de exploración libre o investigación abierta.
- **Cultura escolar que penaliza el error:** si el error es percibido como fracaso y no como parte del proceso de aprendizaje, los estudiantes tenderán a evitar la exploración por miedo a equivocarse.
- **Desigualdad en el acceso a recursos:** la falta de laboratorios, materiales o conexión a internet limita las oportunidades para indagar, experimentar y descubrir de forma autónoma.

Estos factores deben ser considerados al momento de planificar una enseñanza de las ciencias que estimule la curiosidad, especialmente en contextos como el ecuatoriano, donde persisten desigualdades estructurales significativas en el acceso y la calidad de la educación científica (UNESCO, 2020).

2.2.6 Curiosidad, fascinación y educación científica emocional

La curiosidad y la fascinación, aunque distintas, son emociones complementarias dentro del enfoque de educación científica emocional. La curiosidad impulsa la búsqueda activa de información ante una brecha de conocimiento, mientras que la fascinación se relaciona con la atención involuntaria ante un estímulo altamente atractivo o sorprendente. Ambas emociones, cuando se activan conjuntamente, generan un estado óptimo para el aprendizaje profundo, sostenido y significativo (Silvia, 2006).

En este sentido, cultivar la curiosidad en el aula de ciencias no solo tiene valor instrumental, sino que también contribuye a formar estudiantes emocionalmente conectados con el conocimiento, capaces de cuestionar, investigar y maravillarse ante la complejidad del mundo natural. Este vínculo afectivo con la ciencia es una condición necesaria para desarrollar tanto el pensamiento crítico como una actitud ética y comprometida hacia los desafíos sociales, tecnológicos y ambientales del siglo XXI.

2.3 Estrategias para inducir asombro en el aula

El asombro constituye una emoción epistémica con alto potencial pedagógico, particularmente en el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales. A diferencia de otras emociones más reactivas, el asombro surge ante la percepción de fenómenos inesperados, inusuales o extraordinarios, y suele acompañarse de una actitud de apertura cognitiva y deseo de exploración (Keltner & Haidt, 2003). En este sentido, el asombro no solo moviliza la curiosidad y la fascinación, sino que también facilita procesos de atención sostenida, reestructuración conceptual y construcción de sentido.

2.3.1 El asombro como detonante cognitivo y emocional

El asombro se caracteriza por ser una emoción compleja, que implica tanto componentes afectivos como cognitivos. Desde el punto de vista afectivo, se manifiesta como una mezcla de sorpresa, admiración y placer, mientras que desde el punto de vista cognitivo, genera una interrupción en las expectativas del sujeto y promueve la búsqueda de nuevas explicaciones (Silvia, 2010). Esta combinación convierte al asombro en un detonante altamente eficaz para activar procesos de aprendizaje profundo.



En el contexto escolar, inducir asombro implica generar situaciones que desafíen las ideas previas del estudiantado, presenten información inesperada o revelen aspectos ocultos de la realidad. Para que esta emoción cumpla su función educativa, debe ir acompañada de estrategias de mediación docente que permitan canalizar el asombro hacia la indagación y la reflexión crítica (Mora, 2017).

2.3.2 Experimentos sorprendentes y fenómenos contraintuitivos

Una de las estrategias más efectivas para inducir asombro en el aula de ciencias es la realización de experimentos o demostraciones que contradicen la intuición o desafían las expectativas del estudiante. Por ejemplo, mostrar cómo un huevo puede flotar en agua salada, utilizar un globo para apagar una vela sin tocarla o demostrar la levitación de un objeto mediante campos magnéticos genera un efecto de ruptura cognitiva que invita a la exploración científica.

Este tipo de actividades debe ir acompañado de preguntas generadoras que fomenten la formulación de hipótesis, el análisis de variables y la construcción de explicaciones. Además, es fundamental permitir que el estudiantado manipule los materiales, observe los resultados y comparta sus interpretaciones, promoviendo así un aprendizaje activo y colaborativo (Harlen & Qualter, 2018).

2.3.3 Uso de imágenes impactantes y recursos audiovisuales

Otra vía para provocar asombro es mediante la exposición a imágenes, videos o simulaciones que revelen aspectos extraordinarios de la naturaleza o la ciencia. Fotografías microscópicas de células, vistas telescópicas del universo, animaciones de procesos biológicos o recreaciones de desastres naturales pueden despertar en los estudiantes una mezcla de sorpresa, curiosidad y admiración.

Los recursos audiovisuales permiten además mostrar fenómenos que no pueden ser observados directamente en el aula, ampliando así el campo de lo posible y estimulando la imaginación científica. El uso de estos materiales debe ser intencionado y contextualizado, de modo que no se limite a generar un efecto visual, sino que se vincule con preguntas de investigación y conceptos científicos relevantes.

2.3.4 Preguntas provocadoras y dilemas científicos

El planteamiento de preguntas provocadoras, enunciadas de forma que desafíen las creencias comunes o exploren consecuencias inesperadas, constituye una estrategia poderosa para inducir asombro. Ejemplos de estas preguntas pueden ser: “¿Podríamos vivir sin bacterias?”, “¿Qué pasaría si la gravedad dejara de actuar por unos segundos?” o “¿Es posible que el tiempo transcurra de manera diferente en otro planeta?”.



Estas interrogantes, además de captar la atención, abren la puerta a procesos de indagación, argumentación y reflexión crítica. Su eficacia depende de que sean pertinentes para el nivel educativo, estén conectadas con los contenidos curriculares y se desarrollen en un ambiente donde se valore la participación y la creatividad del estudiantado (Chin & Osborne, 2008).

2.3.5 Integración del arte y la narrativa en la enseñanza de ciencias

El arte y la narrativa ofrecen recursos valiosos para despertar el asombro, al permitir representar los fenómenos científicos de manera estética, simbólica o emocional. La lectura de textos literarios inspirados en la ciencia, la dramatización de descubrimientos históricos o la creación de metáforas visuales sobre conceptos científicos pueden generar experiencias de aprendizaje más sensibles, memorables y emocionalmente resonantes.

En el contexto de la educación científica emocional, estas estrategias no buscan reemplazar el rigor conceptual, sino enriquecerlo mediante la conexión con otras formas de conocimiento y expresión. El arte, al movilizar sentidos y emociones, permite acceder a dimensiones del saber científico que van más allá de la mera explicación racional, y que son esenciales para la formación de una conciencia científica crítica y sensible (Eisner, 2002).

2.3.6 Diseño de secuencias didácticas centradas en el asombro

Para que el asombro no sea un evento aislado, sino un componente estructural del aprendizaje, es necesario integrarlo en la planificación didáctica mediante secuencias que lo contemplen en sus distintas fases. Una propuesta metodológica puede incluir:

1. **Inicio impactante:** presentar un fenómeno, imagen, pregunta o experimento que provoque sorpresa.
2. **Exploración guiada:** facilitar actividades de observación, manipulación y registro de datos.
3. **Construcción de explicaciones:** promover el diálogo, la argumentación y la elaboración de modelos explicativos.

4. **Aplicación creativa:** plantear situaciones nuevas que requieran transferir lo aprendido.
5. **Reflexión emocional y cognitiva:** invitar a los estudiantes a expresar qué sintieron y qué comprendieron durante la experiencia.

Este enfoque permite articular emoción y cognición en una secuencia coherente, alineada con los principios de la educación científica emocional y adaptada a las necesidades del contexto escolar.

2.3.7 Consideraciones contextuales y adaptaciones

En el contexto ecuatoriano, la aplicación de estas estrategias debe considerar factores como la disponibilidad de recursos, la carga curricular, las condiciones de infraestructura y la diversidad cultural del estudiantado. Por ejemplo, en zonas rurales o con limitaciones tecnológicas, puede priorizarse el uso de materiales reciclados para experimentos, el trabajo con fenómenos naturales locales o la incorporación de saberes ancestrales como punto de partida para el asombro científico.

Asimismo, la formación docente en el uso intencionado del asombro como recurso pedagógico es fundamental. Esto implica no solo conocer técnicas y materiales, sino también desarrollar una sensibilidad hacia las emociones del estudiantado, así como una actitud reflexiva y flexible en la práctica docente.

Inducir asombro en el aula de ciencias naturales es una estrategia efectiva para generar implicación emocional, atención sostenida y motivación intrínseca en el proceso de aprendizaje.

2.4 Narrativas y metáforas como herramientas de fascinación

En el ámbito de la educación científica emocional, las narrativas y las metáforas constituyen recursos didácticos de alto valor para despertar y sostener la fascinación del estudiantado hacia los contenidos científicos. A través de ellas, es posible conectar el conocimiento abstracto con experiencias humanas concretas, activar emociones positivas y favorecer la comprensión profunda de conceptos complejos.

2.4.1 Fundamentos teóricos del uso de narrativas en educación científica

La narrativa es una forma fundamental de organización del pensamiento humano. Bruner (1990) sostiene que existen dos modos principales de conocer: el paradigma lógico-científico y el paradigma narrativo. Mientras el primero se orienta a la demostración, el segundo se basa en la comprensión de la experiencia a través de relatos. En el contexto educativo, integrar estos dos modos permite enriquecer la enseñanza, facilitando el acceso emocional e intelectual al conocimiento.

Desde la didáctica de las ciencias, se ha reconocido que las narrativas permiten humanizar el conocimiento, dotándolo de contexto, propósito e historia. Esto es especialmente relevante en disciplinas científicas que suelen presentarse de forma despersonalizada y estática. Incorporar historias sobre descubrimientos, biografías de científicas y científicos, o dilemas éticos reales no solo aumenta el interés del estudiantado, sino que también promueve la identificación, la reflexión y el desarrollo del pensamiento crítico (Clough, 2011).

2.4.2 Tipos de narrativas aplicadas al aula de ciencias

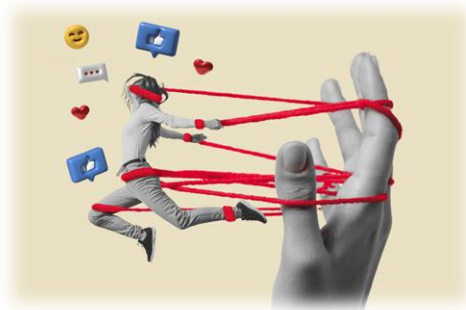
Las narrativas aplicadas a la enseñanza de las ciencias pueden adoptar diversas formas, cada una con propósitos y efectos particulares:

- **Narrativas históricas:** relatan los procesos mediante los cuales se descubrieron teorías o leyes científicas, incluyendo los errores, conflictos y controversias que acompañaron dichos procesos. Ejemplo: la historia de Galileo Galilei y su enfrentamiento con la Iglesia por defender el heliocentrismo.
- **Narrativas biográficas:** presentan la vida de científicos y científicas, destacando sus motivaciones, dificultades y logros. Estas historias ayudan a romper estereotipos de género o clase social y promueven la construcción de una identidad científica más inclusiva.
- **Narrativas ficcionales con base científica:** incluyen cuentos, novelas o películas que, si bien son obras de ficción, incorporan conceptos científicos de forma verosímil. Estas narrativas pueden servir como punto de partida para el análisis, la indagación y la discusión conceptual.
- **Narrativas personales o comunitarias:** permiten a los estudiantes vincular los contenidos científicos con sus propias vivencias o con saberes ancestrales de sus comunidades. En Ecuador, esto puede incluir historias relacionadas con el uso tradicional de plantas medicinales o la observación astronómica andina.

Cada tipo de narrativa puede ser adaptada según el nivel educativo, el contexto cultural y los objetivos de aprendizaje, siempre buscando conectar emocionalmente con el estudiantado y promover su participación activa en la construcción del conocimiento.

2.4.3 Metáforas conceptuales en la enseñanza de las ciencias

Las metáforas son otra herramienta poderosa para facilitar la comprensión de conceptos abstractos. Lakoff y Johnson (1980) demostraron que el pensamiento humano está estructurado metafóricamente, lo que significa que muchas de nuestras ideas se entienden en términos de otras más concretas y familiares. En ciencias naturales, esto es evidente en expresiones como “la célula es una fábrica”, “el ADN es un plano de construcción” o “la energía fluye como el agua”.



El uso de metáforas conceptuales permite representar fenómenos complejos mediante analogías visuales, cinestésicas o espaciales, lo que favorece su asimilación y recuerdo. Además, las metáforas pueden activar emociones al conectar el contenido con imágenes mentales ricas y evocadoras, estimulando la curiosidad y la imaginación científica (Treagust et al., 1992).

Sin embargo, el uso de metáforas en educación requiere cuidado. Las metáforas, si bien son útiles, pueden inducir errores conceptuales si se interpretan de forma literal. Por ello, es importante que el docente aclare sus límites y discuta con el estudiantado en qué medida la analogía es válida y en qué aspectos se rompe.

2.4.4 Efectos emocionales y cognitivos del uso de narrativas y metáforas

Las narrativas y metáforas, al activar redes neuronales asociadas tanto a la emoción como a la cognición, tienen un efecto dual en el aprendizaje. Desde el punto de vista emocional, permiten generar empatía, admiración, asombro o identificación, lo cual fortalece el vínculo afectivo con el conocimiento. Desde el punto de vista cognitivo, estructuran la información de manera coherente y significativa, facilitando su procesamiento y almacenamiento en la memoria (Haven, 2007).



Estos efectos son particularmente importantes en ciencias naturales, donde los contenidos suelen ser abstractos, densos o alejados de la experiencia cotidiana del estudiantado. El uso de relatos y analogías permite tender puentes entre el conocimiento científico y la vida personal o comunitaria, aumentando la relevancia percibida del aprendizaje y fomentando una actitud activa frente a los desafíos del entorno.

2.4.5 Estrategias para incorporar narrativas y metáforas en la práctica docente

Entre las estrategias más efectivas para integrar estos recursos en la enseñanza de las ciencias se encuentran:

- **Inicio de clase con una historia:** comenzar la sesión con un relato que contextualice el tema, plantee un dilema o presente un personaje relevante.
- **Creación colectiva de relatos científicos:** invitar a los estudiantes a construir historias en las que apliquen conceptos científicos, ya sea en formato escrito, oral o audiovisual.
- **Análisis crítico de metáforas en el discurso científico:** examinar con el estudiantado las metáforas comunes en libros de texto, medios de comunicación o divulgación, evaluando su precisión y utilidad.
- **Uso de representaciones visuales:** ilustrar metáforas mediante esquemas, diagramas o modelos tridimensionales que faciliten la comprensión y estimulen la memoria visual.
- **Integración curricular con otras áreas:** trabajar de forma interdisciplinaria con lengua y literatura, artes o historia, para enriquecer la enseñanza de las ciencias con perspectivas narrativas y simbólicas.

Estas estrategias pueden adaptarse a distintos niveles educativos y condiciones institucionales, siempre con el propósito de enriquecer la experiencia de aprendizaje mediante una pedagogía que conecte razón y emoción.

2.4.6 Aplicación contextual en Ecuador

En el contexto ecuatoriano, la incorporación de narrativas y metáforas en la enseñanza de las ciencias tiene un valor particular, ya que permite dialogar con la diversidad cultural y lingüística del país. Las historias de las culturas ancestrales, los mitos originarios sobre la naturaleza, las prácticas tradicionales de observación ambiental y los relatos locales sobre fenómenos naturales pueden integrarse de forma respetuosa y crítica en el currículo, promoviendo una educación científica situada, intercultural y emocionalmente significativa (Coba & Ortiz, 2015).



Además, las narrativas pueden contribuir a superar barreras de género en el acceso al conocimiento científico, visibilizando la labor de mujeres científicas ecuatorianas y latinoamericanas y fomentando la identificación de niñas y adolescentes con modelos cercanos.

2.5 Diseño de experiencias sensoriales en ciencias naturales

El aprendizaje significativo de las ciencias naturales no solo requiere comprensión conceptual y razonamiento lógico, sino también una experiencia directa, multisensorial y emocionalmente resonante con los fenómenos que se estudian. Las experiencias sensoriales, entendidas como aquellas que involucran activamente los sentidos — vista, oído, tacto, gusto y olfato—, tienen un gran potencial para despertar la fascinación, fortalecer la atención y consolidar la memoria de largo plazo.

2.5.1 Fundamentos neuroeducativos de la estimulación sensorial

Desde la neurociencia cognitiva, se ha establecido que la activación multisensorial fortalece la codificación y el almacenamiento de la información en la memoria (Shams & Seitz, 2008). Cuando se involucran varios sentidos en la recepción del conocimiento, se generan múltiples huellas neuronales que facilitan su recuperación posterior y aumentan la profundidad de la comprensión. Además, las experiencias sensoriales suelen estar acompañadas de una mayor carga emocional, lo que incrementa la liberación de neurotransmisores como la dopamina y la norepinefrina, asociados a la motivación y la atención (Immordino-Yang & Damasio, 2007).

En el caso particular de las ciencias naturales, los fenómenos que se exploran frecuentemente tienen una dimensión física, observable o manipulable, lo cual permite diseñar experiencias de aprendizaje que conecten el conocimiento abstracto con la percepción directa. Esta conexión entre lo sensorial y lo cognitivo constituye uno de los pilares de la educación científica emocional, en tanto favorece una relación afectiva, curiosa y crítica con el objeto de estudio.

2.5.2 Aprendizaje activo y exploración sensorial

El aprendizaje activo implica la participación directa del estudiante en el proceso de construcción del conocimiento. Las experiencias sensoriales son un componente central de esta modalidad pedagógica, ya que invitan a observar, manipular, experimentar y reflexionar a partir de los datos percibidos. A través de esta interacción, el estudiante no solo comprende los conceptos, sino que también los vivencia, lo que aumenta su sentido de relevancia y pertenencia frente al contenido aprendido (Kolb, 1984).

Por ejemplo, explorar la textura y estructura de las hojas para entender la fotosíntesis, percibir olores y sabores al estudiar la fermentación, o medir la temperatura de distintos materiales para analizar la conducción térmica, son actividades que integran conocimiento teórico y experiencia sensorial de manera sinérgica. Este tipo de prácticas también estimula la curiosidad, promueve la formulación de preguntas y fortalece habilidades como la observación detallada, la comparación y la inferencia.



2.5.3 Estrategias para diseñar experiencias sensoriales

El diseño de experiencias sensoriales en ciencias debe partir de una planificación pedagógica que contemple los objetivos de aprendizaje, los recursos disponibles y las características del grupo de estudiantes. Algunas estrategias clave incluyen:

- **Laboratorios experimentales:** actividades prácticas donde se manipulan sustancias, instrumentos o materiales para observar reacciones, transformaciones o propiedades físicas. Deben planificarse con criterios de seguridad, claridad metodológica y vínculo con el contenido curricular.
- **Talleres de exploración sensorial:** actividades diseñadas específicamente para estimular uno o varios sentidos. Por ejemplo, catas de alimentos para estudiar la química de los sabores, análisis táctil de rocas para comprender su clasificación, o uso de instrumentos auditivos para investigar la propagación del sonido.
- **Salidas de campo y observación directa:** visitas a entornos naturales, jardines botánicos, museos, plantas de tratamiento o parques científicos. Estas experiencias permiten observar fenómenos en su contexto real y activar múltiples sentidos en simultáneo.
- **Simulaciones y realidad aumentada:** en contextos donde no es posible realizar prácticas reales, pueden utilizarse tecnologías inmersivas que permitan al estudiante explorar estructuras, procesos o ambientes mediante imágenes tridimensionales, sonidos envolventes o interacciones virtuales (Bressler & Bodzin, 2013).
- **Proyectos interdisciplinarios sensoriales:** integrar actividades científicas con arte, música o gastronomía para explorar temas como la percepción, los sentidos, la energía o la materia desde una perspectiva holística.

Todas estas estrategias deben estar acompañadas por instancias de reflexión que permitan vincular la experiencia sensorial con los marcos conceptuales, así como evaluar el impacto emocional de la actividad y su relación con el aprendizaje.

2.5.4 Impacto emocional de las experiencias sensoriales

Las experiencias sensoriales no solo enriquecen la dimensión cognitiva del aprendizaje, sino que también generan un fuerte impacto emocional. La sorpresa ante un experimento exitoso, el asombro al descubrir un patrón natural, el entusiasmo por manipular materiales desconocidos o incluso el desconcierto frente a un resultado inesperado, son emociones que activan procesos mentales complejos y motivan la exploración científica (Pekrun et al., 2011).



Estas emociones positivas potencian el aprendizaje al aumentar la motivación intrínseca, mejorar la percepción de autoeficacia y fortalecer el sentido de agencia del estudiante. Asimismo, permiten consolidar el recuerdo de los contenidos al vincularlos con experiencias personales intensas y significativas. En este sentido, las experiencias sensoriales se alinean plenamente con los principios de la educación científica emocional, al integrar razón y emoción en un proceso de construcción activa del conocimiento.

2.5.5 Inclusión, accesibilidad y diversidad sensorial

El diseño de experiencias sensoriales debe considerar también la diversidad del estudiantado, incluyendo necesidades educativas especiales y diferencias culturales. Por ejemplo, estudiantes con discapacidad visual pueden beneficiarse de modelos tridimensionales, texturas y sonidos, mientras que quienes tienen dificultades auditivas pueden participar en actividades visuales o táctiles con igual profundidad.

Además, es importante considerar que la percepción sensorial está mediada por la cultura. Algunas comunidades pueden tener formas distintas de nombrar, clasificar o relacionarse con ciertos estímulos sensoriales, lo que ofrece oportunidades para integrar saberes locales, prácticas ancestrales y conocimientos comunitarios en la enseñanza de las ciencias (Murillo & Duk, 2020).

Diseñar experiencias sensoriales inclusivas implica, por tanto, reconocer la multiplicidad de formas de conocer, percibir y emocionarse ante el mundo natural, favoreciendo una educación científica plural, equitativa y humanizadora.

2.5.6 Consideraciones logísticas y contextuales en Ecuador

En el contexto educativo ecuatoriano, la implementación de experiencias sensoriales enfrenta desafíos relacionados con la disponibilidad de materiales, infraestructura adecuada y tiempo curricular. No obstante, existen múltiples formas de adaptar estas estrategias a las condiciones locales. Por ejemplo, pueden utilizarse materiales reciclados o de bajo costo, recurrir a espacios comunitarios como huertos escolares, y fomentar la colaboración con instituciones científicas, universidades o museos.

Asimismo, es fundamental que las políticas educativas promuevan el enfoque experimental y sensorial en la enseñanza de las ciencias, incluyendo en la formación docente contenidos sobre diseño de experiencias multisensoriales, manejo de laboratorio y evaluación de competencias científicas integradas con dimensiones afectivas.

2.6 Uso de recursos tecnológicos para estimular la fascinación

En el marco de una educación científica emocional, los recursos tecnológicos ofrecen múltiples posibilidades para despertar y sostener la fascinación del estudiantado por el conocimiento científico. Su incorporación en el aula no debe entenderse únicamente como una modernización instrumental, sino como una oportunidad para diseñar experiencias de aprendizaje más inmersivas, interactivas, personalizadas y emocionalmente resonantes.



2.6.1 Fundamentos del vínculo entre tecnología y emoción

Diversas investigaciones en neuroeducación y psicología del aprendizaje han demostrado que el uso intencional de recursos tecnológicos puede activar emociones positivas asociadas con la motivación y el aprendizaje profundo. Según Mayer (2009), la combinación de elementos visuales, auditivos y cinéticos en entornos multimedia favorece la atención sostenida, la comprensión conceptual y la retención en la memoria de largo plazo, especialmente cuando se presenta información compleja de forma clara, coherente y contextualizada.

Desde la perspectiva de la educación científica emocional, la tecnología puede actuar como un mediador afectivo, al ofrecer al estudiante experiencias estéticas, simulaciones sorprendentes, interacciones significativas y narrativas digitales que conectan el contenido científico con sus intereses personales y su entorno social (López-Belmonte et al., 2020).

2.6.2 Recursos digitales interactivos

Los recursos digitales interactivos, como simuladores, laboratorios virtuales y plataformas de aprendizaje gamificadas, permiten representar fenómenos científicos de manera dinámica y manipulable. Estas herramientas resultan especialmente útiles para visualizar procesos que, por su escala o complejidad, no pueden ser observados directamente en el aula, como el movimiento de los planetas, la mitosis celular o la propagación de ondas.



Por ejemplo, plataformas como PhET Interactive Simulations, desarrollada por la Universidad de Colorado, ofrecen simulaciones gratuitas que permiten a los estudiantes explorar conceptos de física, química y biología mediante una interfaz intuitiva y visualmente atractiva (Perkins et al., 2006). Estas experiencias potencian la fascinación al invitar a la manipulación, la predicción y el descubrimiento, integrando emoción y cognición en una misma actividad. Además, los laboratorios virtuales ofrecen una solución accesible en contextos donde los recursos físicos son limitados, como ocurre en muchas instituciones educativas de zonas rurales de Ecuador, permitiendo la experimentación sin los costos ni riesgos de un laboratorio tradicional.

2.6.3 Realidad aumentada y realidad virtual

La realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) representan tecnologías emergentes con gran potencial para generar experiencias inmersivas y emocionalmente impactantes. La RA permite superponer información digital —imágenes, sonidos, modelos 3D— sobre el entorno físico mediante dispositivos móviles o gafas especiales, mientras que la RV sumerge al usuario en un entorno completamente simulado, donde puede interactuar con objetos y escenarios generados digitalmente.

En la enseñanza de ciencias naturales, estas tecnologías permiten, por ejemplo, explorar el interior del cuerpo humano, observar el ciclo del agua desde una perspectiva ambiental o “viajar” al interior de una célula. Estas experiencias provocan asombro, estimulan la imaginación y facilitan la construcción de modelos mentales complejos, fortaleciendo así tanto la dimensión afectiva como la cognitiva del aprendizaje (Merchant et al., 2014).

Estudios recientes han evidenciado que los estudiantes que participan en actividades de RA o RV presentan niveles más altos de motivación intrínseca, disfrute y sentido de presencia, lo que repercute positivamente en la comprensión conceptual y en la actitud hacia las ciencias (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018).

2.6.4 Aplicaciones móviles y plataformas educativas

Las aplicaciones móviles orientadas al aprendizaje de las ciencias han proliferado en los últimos años, ofreciendo recursos para la visualización, la autoevaluación, la experimentación y la colaboración. Aplicaciones como Star Walk (astronomía), Human Anatomy Atlas (biología) o Science Journal (física y química) permiten explorar fenómenos naturales desde un enfoque lúdico y autónomo.



Además, plataformas como Google Classroom, Moodle o Edmodo facilitan la integración de recursos multimedia, la retroalimentación personalizada y la interacción entre docentes y estudiantes, promoviendo así una experiencia de aprendizaje más conectada, flexible y personalizada. Estas herramientas, bien utilizadas, contribuyen a mantener la atención y el interés del estudiantado, favoreciendo la continuidad emocional del proceso educativo.

2.6.5 Gamificación y aprendizaje basado en juegos

La gamificación, entendida como el uso de elementos propios de los juegos en contextos no lúdicos, se ha consolidado como una estrategia eficaz para aumentar la motivación y el compromiso del estudiantado. En ciencias naturales, esta metodología puede utilizarse para diseñar misiones, retos, competencias o narrativas de rol que involucren a los estudiantes en la resolución de problemas científicos.

Plataformas como Kahoot!, Quizizz, Classcraft o Genially permiten crear experiencias gamificadas que combinan preguntas con retroalimentación inmediata, visuales atractivos y dinámicas de cooperación o competencia. Estas actividades despiertan emociones como la curiosidad, el entusiasmo y el orgullo por el logro, todas ellas vinculadas a la fascinación y al aprendizaje significativo (Deterding et al., 2011).

Cuando se aplican de manera crítica y alineada con los objetivos curriculares, los juegos educativos pueden ser una poderosa herramienta para cultivar el pensamiento crítico, la colaboración y la creatividad, además de mejorar la disposición emocional hacia el conocimiento científico.

2.6.6 Consideraciones pedagógicas y éticas

El uso de tecnologías digitales en el aula requiere una planificación pedagógica rigurosa, así como una reflexión ética sobre su impacto en la experiencia educativa. No se trata de sustituir la enseñanza presencial ni de promover un uso indiscriminado de dispositivos, sino de integrar tecnologías de manera significativa, contextualizada y emocionalmente coherente.

Es fundamental que el profesorado reciba formación específica sobre el uso pedagógico de las TIC, con énfasis en la selección crítica de recursos, la gestión del aula digital y la evaluación del impacto emocional y cognitivo de las actividades tecnológicas. Asimismo, deben considerarse aspectos como la equidad en el acceso a los dispositivos, la protección de datos personales y la prevención de la sobreexposición a pantallas, especialmente en etapas tempranas del desarrollo (Livingstone & Helsper, 2007).

En Ecuador, donde persisten brechas digitales significativas, es prioritario garantizar el acceso universal a conectividad, dispositivos y formación docente como condiciones básicas para una integración efectiva de las tecnologías en la educación científica.

2.7 Ejemplos aplicados al currículo ecuatoriano

La integración de estrategias basadas en la fascinación dentro del currículo ecuatoriano de Ciencias Naturales representa una oportunidad significativa para transformar las prácticas pedagógicas tradicionales, promoviendo un aprendizaje más activo, significativo y emocionalmente comprometido. En consonancia con los lineamientos del Currículo Nacional de Educación General Obligatoria (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016), que enfatiza el pensamiento crítico, la contextualización y la resolución de problemas, se presentan ejemplos concretos de cómo aplicar las herramientas descritas anteriormente — como el asombro, la narrativa, la experiencia sensorial y los recursos tecnológicos— en distintos niveles educativos, alineados con los objetivos de aprendizaje oficiales y con la diversidad cultural y ambiental del país.

2.7.1 Educación General Básica Media (5.º a 7.º grado)

Contenido: “Los seres vivos y su clasificación”

Estrategia: uso de narrativas biográficas y exploración sensorial en el aula

Actividad propuesta: presentar la biografía de Carl Linnaeus a través de una narrativa dramatizada que incluya conflictos y descubrimientos personales para despertar interés por la clasificación biológica. Complementar con una actividad práctica de observación directa de plantas y hojas recolectadas por los estudiantes en su comunidad, utilizando lupas, guías visuales y sentidos del tacto y olfato para clasificarlas según sus características.

Impacto esperado: despertar fascinación mediante el relato humano detrás de la ciencia, fomentar el asombro y la curiosidad por la biodiversidad local, y favorecer el desarrollo del pensamiento clasificatorio.



2.7.2 Educación General Básica Superior (8.º a 10.º grado)

Contenido: “Transformaciones químicas y físicas de la materia”

Estrategia: experimentación sensorial y uso de tecnologías digitales

Actividad propuesta: realizar un experimento con materiales accesibles (vinagre, bicarbonato, levadura, hielo seco) que permita observar reacciones químicas de forma visual e impactante. Registrar las observaciones en una aplicación móvil como Science Journal. Como cierre, usar simuladores en línea (como PhET) para comparar los resultados del aula con modelos teóricos.

Impacto esperado: generar asombro mediante cambios visibles, estimular la exploración científica autónoma, consolidar conceptos teóricos y fortalecer la motivación intrínseca.



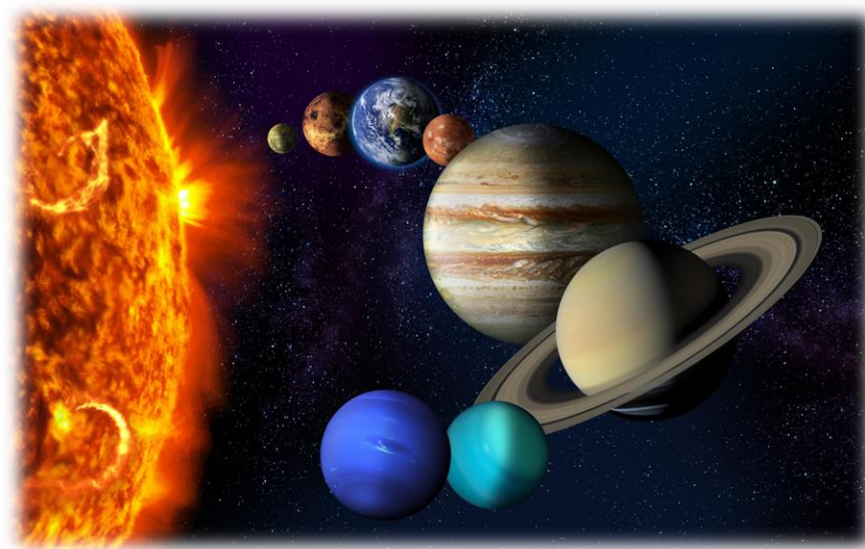
2.7.3 Bachillerato General Unificado

Contenido: “Sistema solar y universo”

Estrategia: realidad aumentada y narrativas científicas

Actividad propuesta: utilizar aplicaciones de realidad aumentada (por ejemplo, SkyView o Solar System Scope) para observar constelaciones y planetas en tiempo real, complementado con la lectura de una narrativa científica que relate los conflictos y avances de Galileo Galilei en el contexto de la revolución copernicana. Finalizar con una reflexión sobre el cambio de paradigmas en la historia de la ciencia.

Impacto esperado: estimular la fascinación mediante visualización astronómica inmersiva, conectar ciencia y humanidad a través de la historia, y desarrollar pensamiento crítico sobre la evolución del conocimiento.



2.7.4 Integración con saberes ancestrales

Contenido: “Relación entre los seres vivos y el ambiente”

Estrategia: narrativa comunitaria y exploración intercultural

Actividad propuesta: invitar a un sabio o sabia de la comunidad local para compartir saberes ancestrales sobre las plantas medicinales y sus usos. Contrastar estos conocimientos con principios de biología moderna sobre principios activos y ecosistemas. Diseñar una cartilla ilustrada que combine ambas perspectivas.

Impacto esperado: generar identificación y fascinación por los saberes locales, fomentar la valoración de la biodiversidad ecuatoriana, e integrar emocionalmente el conocimiento científico con la identidad cultural.



2.7.5 Ferias y proyectos escolares

Proyecto transversal: “Mi comunidad, mi laboratorio”

Estrategia: aprendizaje basado en proyectos y uso de herramientas TIC

Actividad propuesta: los estudiantes seleccionan un fenómeno natural presente en su comunidad (contaminación de ríos, observación de insectos, calidad del aire) y lo investigan utilizando herramientas como sensores caseros, entrevistas, diarios de campo y reportes digitales. Presentan los resultados en una feria escolar mediante una exposición oral, póster interactivo o video científico.

Impacto esperado: fomentar la apropiación emocional del conocimiento científico, fortalecer habilidades investigativas y comunicativas, y promover la fascinación por el papel transformador de la ciencia en la vida cotidiana.

2.7.6 Evaluación emocional del aprendizaje

Además de las actividades descritas, se recomienda incorporar instrumentos de evaluación que recojan el impacto emocional de las experiencias científicas. Por ejemplo, diarios reflexivos, rúbricas que incluyan indicadores emocionales (interés, curiosidad, satisfacción), o encuestas afectivas pueden ayudar a monitorear y fortalecer la dimensión emocional del aprendizaje.



CAPÍTULO 3

PENSAMIENTO CRÍTICO Y ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN EL AULA EMOCIONAL



Capítulo 3: Pensamiento Crítico y Alfabetización Científica en el Aula Emocional

El pensamiento crítico y la alfabetización científica son dos competencias fundamentales en la formación de sujetos capaces de comprender, evaluar y transformar su realidad en el contexto del siglo XXI. En el marco de la educación científica emocional, estas competencias no deben entenderse únicamente como habilidades cognitivas abstractas, sino como procesos profundamente vinculados con la dimensión afectiva del aprendizaje. Este capítulo examina la interrelación entre emoción, pensamiento crítico y alfabetización científica, y propone un enfoque integrador que permita desarrollar estas capacidades en un entorno educativo que valore tanto la razón como el sentir.

La alfabetización científica, tal como ha sido definida por autores como Bybee (1997) y Norris y Phillips (2003), implica no solo la adquisición de conocimientos científicos, sino también la habilidad para utilizarlos en la vida cotidiana, participar en debates informados y tomar decisiones fundamentadas en torno a temas sociales, tecnológicos y ambientales. A su vez, el pensamiento crítico entendido como la capacidad de analizar, evaluar y generar argumentos de forma reflexiva y lógica (Facione, 1990), resulta indispensable para enfrentar la sobrecarga de información, los discursos pseudocientíficos y la complejidad de los problemas contemporáneos.

Sin embargo, el desarrollo de estas competencias en el aula no puede lograrse únicamente mediante la instrucción directa o la ejercitación de rutinas intelectuales. Diversos estudios han demostrado que las emociones desempeñan un papel central en los procesos de razonamiento, juicio y toma de decisiones, y que su integración en la práctica pedagógica potencia la profundidad, la autonomía y la

pertinencia del aprendizaje (Immordino-Yang & Damasio, 2007; Pekrun et al., 2011). En este sentido, la educación científica emocional propone una pedagogía que convoque simultáneamente el análisis riguroso y la implicación emocional, creando un contexto donde el pensamiento crítico se ejerza desde la empatía y el compromiso ético.

3.1 Definición operativa de pensamiento crítico en ciencias naturales

El pensamiento crítico constituye una competencia esencial para la formación integral del estudiantado en el contexto de una sociedad democrática, científica y tecnológicamente avanzada. En el campo de la educación científica emocional, esta competencia adquiere un valor adicional, ya que su ejercicio implica no solo habilidades cognitivas, sino también actitudes y disposiciones afectivas que movilizan al sujeto hacia una comprensión profunda, reflexiva y transformadora de los fenómenos naturales.

3.1.1 Marco conceptual del pensamiento crítico

Desde una perspectiva general, el pensamiento crítico se define como la capacidad de analizar, evaluar y producir argumentos de forma razonada, reflexiva y autónoma (Facione, 1990). Esta capacidad implica el uso de criterios de evidencia, coherencia lógica y relevancia contextual para tomar decisiones informadas, resolver problemas complejos y formular juicios sustentados.

En el ámbito educativo, Ennis (1996) amplía esta noción al considerar el pensamiento crítico como un tipo de pensamiento racional y reflexivo, orientado a decidir qué creer o qué hacer. A su vez, Paul y Elder (2006) lo describen como un proceso auto-dirigido, auto-

disciplinado, auto-monitoreado y auto-correctivo, que requiere dominio de estándares de calidad como claridad, precisión, profundidad, relevancia y lógica.

Estas definiciones coinciden en destacar la metacognición, la argumentación y la toma de postura informada como componentes clave del pensamiento crítico. No obstante, para su aplicación en ciencias naturales, es necesario delimitar una definición operativa que contemple las especificidades epistemológicas, metodológicas y didácticas de esta área de conocimiento.

3.1.2 Especificidad del pensamiento crítico en ciencias

En el campo de las ciencias naturales, el pensamiento crítico se manifiesta a través de la capacidad para comprender y aplicar el método científico, formular preguntas investigables, interpretar datos empíricos, evaluar hipótesis, establecer relaciones causales, y distinguir entre evidencias y opiniones (Osborne, 2010). A diferencia de otras disciplinas, el pensamiento crítico en ciencias requiere una comprensión profunda de conceptos, teorías y procedimientos experimentales, así como una actitud escéptica, curiosa y abierta a la revisión.

De acuerdo con Zohar y Dori (2003), esta forma de pensamiento incluye tanto habilidades de orden inferior (como la observación, comparación y clasificación) como habilidades de orden superior (como la inferencia, la generalización y la evaluación crítica de evidencias). Por ello, debe ser desarrollada de manera progresiva, con base en situaciones auténticas, problemas contextualizados y prácticas argumentativas que involucren a los estudiantes en el análisis de fenómenos relevantes.

3.1.3 Definición operativa adoptada

A partir de lo anterior, y con fines pedagógicos, se propone la siguiente definición operativa de pensamiento crítico en ciencias naturales:

“El pensamiento crítico en ciencias naturales es la capacidad del estudiante para analizar, interpretar y argumentar de manera lógica, fundamentada y reflexiva sobre fenómenos científicos, integrando evidencias empíricas, principios teóricos y consideraciones éticas, en contextos escolares y sociales significativos.”

Esta definición incluye tres dimensiones esenciales:

- **Dimensión cognitiva:** referida a la aplicación de habilidades intelectuales como el análisis, la inferencia, la evaluación y la resolución de problemas científicos.
- **Dimensión epistémica:** relacionada con el uso de criterios científicos para justificar creencias, decisiones o afirmaciones, incluyendo la comprensión del carácter tentativo, verificable y falible del conocimiento científico.
- **Dimensión afectivo-emocional:** vinculada a actitudes como la curiosidad, la apertura mental, el escepticismo constructivo y la disposición al diálogo argumentativo, en consonancia con los principios de la educación científica emocional.

3.1.4 Relevancia educativa en el currículo ecuatoriano

El *Currículo Nacional de Educación General Obligatoria del Ecuador* (Ministerio de Educación, 2016) reconoce la importancia del pensamiento crítico como competencia transversal, especialmente en el área de Ciencias Naturales. Entre los objetivos específicos se incluye “desarrollar la capacidad de indagar, formular preguntas, buscar explicaciones científicas y reflexionar críticamente sobre fenómenos naturales y su relación con el entorno”.

Sin embargo, estudios realizados en el país han evidenciado que el desarrollo de esta competencia sigue siendo limitado, debido al predominio de enfoques expositivos, evaluaciones memorísticas y escaso trabajo experimental o argumentativo (Robalino & Hernández, 2018). Ante esta situación, el enfoque de educación científica emocional propone una alternativa innovadora y viable.

3.1.5 Criterios para la evaluación del pensamiento crítico

La operacionalización del pensamiento crítico en ciencias requiere también definir criterios de evaluación claros y observables. Algunos de los más relevantes, adaptados de Facione (1990) y Brookhart (2010), son:

- Capacidad para formular preguntas científicas pertinentes.
- Uso adecuado de conceptos, teorías y modelos científicos.
- Análisis lógico de datos y evidencias.
- Identificación de supuestos y falacias argumentativas.
- Construcción y defensa de argumentos con base en evidencias.
- Consideración de implicaciones éticas, sociales y ambientales.
- Reflexión metacognitiva sobre el propio proceso de razonamiento.

3.1.6 Articulación con la educación científica emocional

La inclusión de la dimensión emocional en el pensamiento crítico no implica renunciar a la objetividad, sino reconocer que las emociones epistémicas —como el asombro, la indignación ética, la curiosidad o la satisfacción por el descubrimiento— cumplen una función clave en la movilización del razonamiento. Según Immordino-Yang y Damasio (2007), la toma de decisiones razonadas depende de la integración de procesos afectivos y cognitivos, lo cual refuerza la idea de que pensar críticamente en ciencias también implica sentir, valorar y actuar desde la conciencia y la empatía.

En este sentido, la educación científica emocional no busca simplemente “enseñar a pensar”, sino “enseñar a pensar con sentido”, es decir, desde una postura reflexiva, crítica y emocionalmente comprometida con el mundo natural y social. Este enfoque permite superar la dicotomía entre razón y emoción, construyendo una pedagogía más humana, compleja y pertinente.

3.2 Alfabetización científica crítica: saber, valorar y actuar

La alfabetización científica constituye una de las metas fundamentales de la educación en ciencias naturales en el siglo XXI. En su acepción más amplia, no se limita a la adquisición de conocimientos científicos, sino que abarca la capacidad de aplicar estos saberes en la vida cotidiana, participar en discusiones públicas informadas y tomar decisiones fundamentadas en evidencia. En el marco de la educación científica emocional, la alfabetización científica se concibe como una práctica que no solo requiere saber y argumentar, sino también valorar y actuar desde una perspectiva ética y afectiva.

3.2.1 Evolución del concepto de alfabetización científica

El concepto de alfabetización científica ha evolucionado considerablemente desde mediados del siglo XX. En sus inicios, estuvo centrado en la transmisión de contenidos disciplinares básicos que permitirían a los ciudadanos comprender los avances científicos y tecnológicos (DeBoer, 2000). Sin embargo, este enfoque fue progresivamente cuestionado por su énfasis en la memorización y su escasa conexión con la realidad social del estudiantado.



Autores como Roberts (2007) distinguen entre dos visiones de alfabetización científica: la visión I, centrada en la ciencia académica (conceptos, leyes, teorías), y la visión II, orientada a la toma de decisiones en contextos reales, incluyendo aspectos sociales, éticos y emocionales. Esta segunda visión ha sido adoptada por corrientes pedagógicas críticas que abogan por una alfabetización científica comprometida con la justicia social, el desarrollo sostenible y la participación democrática (Hodson, 2008).

3.2.2 Definición y dimensiones de la alfabetización científica crítica

La alfabetización científica crítica puede definirse como la capacidad para:

“Comprender los principios fundamentales de la ciencia, valorar críticamente su impacto en la sociedad y el ambiente, y actuar en consecuencia con responsabilidad ética, emocional y social”.

Esta definición integra tres dimensiones interrelacionadas:

- **Cognitiva (saber):** implica el conocimiento conceptual, procedimental y metodológico de la ciencia, así como la capacidad para interpretar datos, formular preguntas y resolver problemas.
- **Axiológica (valorar):** se refiere a la reflexión sobre los valores y supuestos que subyacen a la actividad científica, incluyendo la responsabilidad ética, el pensamiento crítico y la sensibilidad ante las consecuencias de la ciencia.
- **Práctica (actuar):** involucra la aplicación del conocimiento científico en la toma de decisiones personales y colectivas, así como la participación activa en procesos sociales y ambientales.

Esta concepción amplia de alfabetización no solo responde a los desafíos del mundo contemporáneo, sino que también se alinea con la perspectiva de una educación científica emocional, que reconoce a los estudiantes como sujetos integrales, capaces de pensar, sentir y transformar su entorno.

3.2.3 Relevancia de la alfabetización científica crítica en el contexto ecuatoriano

En Ecuador, el currículo nacional establece que la enseñanza de las ciencias debe contribuir al desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y la valoración del conocimiento científico en la vida cotidiana (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016). Sin embargo, diversas investigaciones han mostrado que existe una brecha entre estos principios y las prácticas reales en el aula, las cuales aún se centran en la repetición de contenidos y la evaluación memorística (Robalino & Hernández, 2018).

En este contexto, promover una alfabetización científica crítica es urgente para afrontar problemas locales como la contaminación ambiental, el uso de pesticidas, la deforestación, la minería ilegal o la gestión del agua, entre otros. Estos problemas no pueden comprenderse ni resolverse sin una ciudadanía científicamente informada, emocionalmente conectada y éticamente comprometida.

Además, el enfoque crítico permite articular los saberes científicos con los conocimientos ancestrales y comunitarios presentes en la diversidad cultural del Ecuador, fortaleciendo una educación intercultural y situada, en consonancia con el enfoque de derechos y la cosmovisión del *Buen Vivir*.

3.2.4 Rol de la emoción en la alfabetización científica crítica

Tradicionalmente, la alfabetización científica ha sido concebida como un proceso racional y cognitivo. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que las emociones desempeñan un papel central en la manera en que las personas interpretan, valoran y responden ante los conocimientos científicos (Baram-Tsabari & Osborne, 2015).

Emociones como la indignación frente a la injusticia ambiental, la esperanza ante los avances tecnológicos, el miedo ante los riesgos sanitarios o el asombro ante la complejidad del universo, influyen en las decisiones, creencias y comportamientos de los individuos.



En este sentido, una alfabetización científica crítica debe integrar explícitamente la dimensión emocional, no como un complemento accesorio, sino como un componente constitutivo del aprendizaje y de la acción ciudadana. Esto implica desarrollar en el estudiantado la capacidad para reconocer y gestionar sus emociones frente a los temas científicos, así como para empatizar con las realidades de otros seres humanos y de la naturaleza.

3.2.5 Estrategias pedagógicas para fomentar la alfabetización crítica

Para promover una alfabetización científica crítica en el aula, es necesario adoptar enfoques pedagógicos que integren conocimiento, emoción y acción. Algunas estrategias efectivas incluyen:

- **Estudio de controversias socio-científicas:** análisis de casos reales donde la ciencia se entrecruza con dilemas éticos, políticos o ambientales (por ejemplo, transgénicos, vacunas, cambio climático, minería).
- **Proyectos de indagación comunitaria:** investigaciones escolares sobre problemas del entorno cercano, que incluyan la recolección de datos, entrevistas, observación y propuestas de solución.
- **Debates y simulaciones:** actividades en las que los estudiantes asumen diferentes roles y argumentan distintas posiciones frente a un tema controvertido, promoviendo la empatía, la argumentación y la toma de decisiones fundamentadas.
- **Integración de recursos emocionales y estéticos:** uso de narrativas, documentales, arte o testimonios que despierten emociones y generen un vínculo afectivo con los problemas abordados.
- **Autoevaluación emocional y metacognición:** instrumentos que permitan al estudiantado reflexionar sobre lo que aprendió, cómo lo aprendió y qué sintió durante el proceso, fortaleciendo su conciencia crítica y emocional.

Estas estrategias deben contextualizarse en función de las características del grupo, el nivel educativo, los recursos disponibles y la realidad sociocultural del entorno escolar.

3.2.6 Indicadores de alfabetización científica crítica

La evaluación de la alfabetización científica crítica requiere instrumentos que capturen no solo el conocimiento conceptual, sino también las actitudes, emociones y disposiciones del estudiantado. Algunos indicadores sugeridos incluyen:

- Comprende conceptos científicos relevantes y los aplica en contextos reales.
- Formula preguntas y propone hipótesis sobre fenómenos naturales o sociales.
- Analiza críticamente la información científica y distingue entre evidencias y creencias.
- Participa en debates y toma decisiones fundamentadas en criterios éticos y científicos.
- Reconoce sus emociones frente a los temas abordados y las vincula con su comprensión del mundo.
- Propone acciones personales o colectivas para enfrentar problemas científicos, sociales o ambientales.

Estos indicadores pueden ser utilizados como base para rúbricas, portafolios, diarios reflexivos o evaluaciones participativas, que refuercen una mirada formativa e integral del aprendizaje.

3.3 Emoción y razonamiento: vínculos neuroeducativos en el pensamiento crítico

En el campo de la educación científica emocional, el vínculo entre emoción y razonamiento no es accesorio ni complementario, sino constitutivo de los procesos de aprendizaje profundo y pensamiento crítico. Las investigaciones recientes en neuroeducación han demostrado que la toma de decisiones racionales, la resolución de

problemas y la evaluación crítica de la información están intrínsecamente ligadas a la activación de circuitos emocionales en el cerebro.

3.3.1 Superando la dicotomía entre emoción y razón

Tradicionalmente, la educación occidental ha operado bajo una dicotomía entre razón y emoción, en la cual se consideraba que las emociones interferían con el pensamiento racional. Esta visión cartesiana, que separa el “sentir” del “pensar”, ha influido profundamente en las prácticas pedagógicas, privilegiando lo cognitivo y relegando lo afectivo a un plano secundario o disciplinario (Nussbaum, 2001).

Sin embargo, desde las neurociencias cognitivas y afectivas, esta dicotomía ha sido ampliamente refutada. Estudios pioneros de Antonio Damasio (1994) han demostrado que las emociones son indispensables para la toma de decisiones racionales. A través del análisis de pacientes con daño en el sistema límbico —particularmente en la corteza prefrontal ventromedial— Damasio observó que, aunque conservaban intactas sus capacidades lógicas y lingüísticas, eran incapaces de tomar decisiones adecuadas en situaciones reales, debido a la desconexión entre sus respuestas emocionales y sus razonamientos.

Este hallazgo condujo a la formulación de la hipótesis del marcador somático, según la cual las emociones actúan como señales biológicas que orientan el pensamiento, permiten evaluar consecuencias y filtrar información relevante. En otras palabras, sentir no es lo opuesto a pensar, sino una condición para pensar críticamente.

3.3.2 El papel de las emociones epistémicas en el pensamiento crítico

Las emociones epistémicas —como el asombro, la curiosidad, la duda, la confusión y la indignación ética— juegan un papel central en los procesos de aprendizaje y en la práctica del pensamiento crítico. Estas emociones están orientadas al conocimiento y se activan frente a situaciones que desafían nuestras expectativas, generan incertidumbre o movilizan una necesidad de comprensión (Pekrun, 2006).

Por ejemplo, la curiosidad impulsa la formulación de preguntas; el asombro despierta el deseo de saber más; la duda obliga a reevaluar creencias previas; la confusión puede conducir a una revisión conceptual más profunda; y la indignación ante una injusticia puede motivar la investigación y la acción. Así, lejos de obstaculizar el razonamiento, estas emociones lo dinamizan y lo profundizan, generando un vínculo afectivo con el conocimiento que favorece su apropiación significativa.

Este enfoque ha sido validado empíricamente en estudios de campo en contextos escolares. Immordino-Yang y Damasio (2007) encontraron que los estudiantes que experimentan emociones epistémicas durante el aprendizaje presentan mayor retención, comprensión conceptual y transferencia a nuevas situaciones. Además, muestran actitudes más favorables hacia la ciencia y una mayor disposición a implicarse en debates éticos o controversiales.

3.3.3 Neurobiología de la integración emoción-cognición

Desde un punto de vista neurobiológico, la integración entre emoción y cognición se produce a través de una red de regiones cerebrales interconectadas, entre las que destacan:

- **La amígdala**, responsable de detectar estímulos emocionalmente significativos y activar respuestas afectivas rápidas.
- **La corteza prefrontal**, encargada de funciones ejecutivas como la planificación, el control inhibitorio y la toma de decisiones.
- **El hipocampo**, asociado con la memoria declarativa y el contexto espacial y emocional de las experiencias.
- **La ínsula**, implicada en la conciencia emocional y la empatía.
- **El giro cingulado anterior**, que integra la información emocional y cognitiva para la regulación de la conducta.

Estas regiones no actúan de manera aislada, sino que forman redes dinámicas que permiten que las emociones influyan en la atención, la percepción, la memoria y el juicio. Por ejemplo, una emoción como el interés puede aumentar la activación de la corteza prefrontal dorsolateral, facilitando la resolución de problemas; mientras que una emoción negativa como el miedo puede desviar la atención hacia amenazas, bloqueando el razonamiento reflexivo.

Comprender esta dinámica es fundamental para el diseño de ambientes de aprendizaje que potencien el pensamiento crítico, mediante el manejo adecuado del clima emocional del aula y el uso estratégico de estímulos que activen emociones epistémicas positivas.

3.3.4 Implicaciones pedagógicas para la enseñanza de las ciencias

La evidencia neurocientífica sobre la interdependencia entre emoción y razonamiento tiene profundas implicaciones para la enseñanza de las ciencias naturales. Algunas de las más relevantes son:

- **Planificación didáctica emocionalmente sensible:** los docentes deben diseñar experiencias de aprendizaje que no solo transmitan contenidos, sino que también estimulen emociones epistémicas mediante preguntas provocadoras, experimentos sorprendentes o dilemas éticos.
- **Gestión del clima emocional del aula:** un ambiente seguro, inclusivo y afectivamente positivo favorece el pensamiento crítico, al reducir el miedo al error y promover la participación activa.
- **Atención a las emociones del estudiante:** identificar y responder a emociones como la frustración, la ansiedad o el aburrimiento permite ajustar las estrategias pedagógicas para mantener el interés y facilitar la autorregulación emocional.
- **Integración de la metacognición emocional:** fomentar la reflexión del estudiantado sobre sus emociones durante el proceso de aprendizaje contribuye a desarrollar una conciencia crítica sobre cómo sienten, piensan y aprenden.

Estas prácticas requieren una formación docente que combine conocimientos sobre didáctica de las ciencias, psicología del aprendizaje y neuroeducación, así como un compromiso con una pedagogía humanista, crítica y transformadora.

3.3.5 Aplicación en el contexto ecuatoriano

En Ecuador, el desarrollo del pensamiento crítico y el fortalecimiento de la dimensión emocional del aprendizaje están contemplados en el currículo nacional (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016), pero su implementación efectiva enfrenta varios desafíos. Entre ellos se encuentran la formación limitada en neuroeducación del profesorado, la falta de tiempo para la planificación emocionalmente consciente, y una cultura escolar que todavía privilegia el control conductual por sobre el acompañamiento afectivo.

Sin embargo, diversas experiencias innovadoras —como los proyectos de indagación comunitaria, el uso de narrativas en ciencia, o los clubes escolares de debate— han demostrado que es posible generar aprendizajes significativos integrando emoción y razonamiento. Estas iniciativas, al ser sistematizadas y difundidas, pueden servir como modelo para una transformación más amplia del sistema educativo hacia una educación científica emocionalmente conectada y cognitivamente rigurosa.

3.4 El papel de la controversia en la construcción del juicio crítico

La controversia constituye un recurso pedagógico de alto valor en el desarrollo del pensamiento crítico y la alfabetización científica crítica, especialmente en el campo de las ciencias naturales. Lejos de ser una situación que debe evitarse en el aula, las controversias —particularmente las de carácter socio-científico— ofrecen oportunidades significativas para el análisis argumentativo, la deliberación ética, la reflexión emocional y la toma de decisiones fundamentadas.

3.4.1 Controversias socio-científicas: definición y características

Las controversias socio-científicas (CSC) son temas de debate público que implican conocimientos científicos, valores sociales, intereses políticos y emociones personales o colectivas. Según Sadler (2004), estas controversias presentan características particulares: son abiertas, complejas, interdisciplinarias y no tienen una única solución correcta, lo que las convierte en un terreno fértil para el pensamiento crítico y el desarrollo moral.



Ejemplos típicos de CSC incluyen el uso de organismos genéticamente modificados (OGM), la energía nuclear, las vacunas, el cambio climático, la minería a gran escala, el aborto desde un enfoque de salud pública, entre otros. En cada uno de estos casos, la ciencia aporta datos y explicaciones, pero las decisiones requieren también considerar aspectos éticos, económicos, culturales y afectivos.

Estas características permiten integrar conocimiento científico, valoración ética y participación ciudadana, en una pedagogía orientada a formar sujetos capaces de comprender el mundo, cuestionarlo y transformarlo desde una postura crítica y emocionalmente comprometida.

3.4.2 Fundamentos pedagógicos del uso de la controversia

Desde una perspectiva constructivista, el aprendizaje significativo ocurre cuando el estudiante se enfrenta a conflictos cognitivos que desafían sus ideas previas y lo obligan a reconstruir sus esquemas de conocimiento (Piaget, 1977; Vygotsky, 1979). Las controversias cumplen esta función al introducir puntos de vista opuestos, evidencias contradictorias y dilemas sin solución obvia.

Además, el debate sobre CSC promueve el desarrollo de competencias clave del pensamiento crítico: análisis de argumentos, evaluación de evidencias, identificación de falacias, toma de postura razonada y argumentación oral y escrita (Zeidler et al., 2002). Asimismo, favorece la alfabetización científica al permitir aplicar conceptos científicos en contextos reales, evaluar su impacto y comprender su dimensión social y emocional.

Este enfoque también responde a los principios del enfoque CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad), que propone una educación científica conectada con los problemas del mundo y orientada a la acción social transformadora (Aikenhead, 1994).

3.4.3 Emoción y controversia: vínculos desde la educación científica emocional

En el marco de la educación científica emocional, la controversia no solo activa el pensamiento, sino también las emociones. Temas como el cambio climático, las pandemias, la biotecnología o la justicia ambiental movilizan afectos como la preocupación, el miedo, la indignación o la esperanza, que influyen directamente en la forma en que el estudiantado interpreta, valora y discute los datos científicos.

Estas emociones, lejos de ser un obstáculo, pueden ser catalizadores del juicio crítico cuando son canalizadas pedagógicamente. La indignación puede conducir al compromiso ético; la preocupación puede estimular la búsqueda de información rigurosa; el asombro puede despertar la curiosidad por explorar nuevas soluciones. Así, la controversia funciona como un escenario de aprendizaje integral donde razón y emoción se entrelazan en la formación del sujeto crítico y comprometido.

3.4.4 Estrategias didácticas basadas en controversias

El uso pedagógico de controversias requiere una planificación cuidadosa que considere el contenido, el contexto sociocultural del grupo y los objetivos de aprendizaje. Algunas estrategias didácticas efectivas incluyen:

- **Debate académico estructurado:** los estudiantes se organizan en grupos que representan diferentes posturas sobre un tema controvertido. Se les asigna tiempo para investigar, preparar argumentos y participar en una discusión regulada por normas previamente acordadas.
- **Dilemas morales:** se presenta una situación que involucra un conflicto entre principios científicos, éticos o sociales, y se invita al grupo a tomar una decisión fundamentada, justificando su posición.
- **Estudios de caso:** se analizan casos reales documentados, mediante fuentes diversas (artículos científicos, noticias, entrevistas, videos), permitiendo comprender el conflicto desde múltiples perspectivas.

- **Role-play o dramatización:** los estudiantes asumen roles de actores sociales (científicos, activistas, autoridades, ciudadanos, comunidades afectadas) para representar el conflicto desde sus intereses y emociones.
- **Foros de deliberación:** espacios abiertos donde el grupo expone ideas, intercambia argumentos y construye colectivamente una postura o propuesta de acción, integrando evidencia científica y valores compartidos.

Estas estrategias promueven la participación activa, el respeto por la diversidad de opiniones, el desarrollo de habilidades argumentativas y la formación de una conciencia crítica y emocionalmente sensible.

3.4.5 Consideraciones para el contexto ecuatoriano

En Ecuador, el uso de controversias como herramienta pedagógica tiene un alto potencial, dada la riqueza de problemáticas socioambientales y la diversidad cultural del país. Temas como la minería en territorios indígenas, la deforestación de la Amazonía, el uso de agrotóxicos, la contaminación de ríos, o el acceso a vacunas durante pandemias, son altamente relevantes para el currículo de ciencias naturales y para la formación ciudadana.

No obstante, su implementación debe considerar ciertos desafíos: la polarización social, la resistencia institucional a discutir temas sensibles, la necesidad de formación docente en manejo de controversias y el respeto por las cosmovisiones de las comunidades. Superar estos obstáculos requiere un enfoque pedagógico cuidadoso, que promueva el diálogo intercultural, la escucha activa, la argumentación respetuosa y el reconocimiento de la emoción como parte legítima del proceso educativo.

3.4.6 Evaluación del juicio crítico en controversias

La evaluación del aprendizaje en actividades basadas en controversias debe ir más allá del contenido factual, e incluir indicadores de razonamiento crítico, participación argumentativa y conciencia emocional. Algunos criterios evaluables son:

- Claridad y coherencia en la formulación de argumentos.
- Uso adecuado de datos científicos para sustentar posturas.
- Consideración de perspectivas múltiples y contrarias.
- Capacidad para reconocer emociones propias y ajenas durante el debate.
- Justificación ética de decisiones propuestas o posiciones adoptadas.

La combinación de rúbricas, autoevaluaciones, observaciones y portafolios permite capturar la riqueza del aprendizaje en estas situaciones complejas y fomentar una evaluación formativa, integradora y centrada en el desarrollo del juicio crítico y emocional.

3.5 Herramientas para evaluar el pensamiento crítico en el aula de ciencias

La evaluación del pensamiento crítico en el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales representa un desafío metodológico y epistemológico para la educación contemporánea. A diferencia de los conocimientos factuales o las habilidades procedimentales, el pensamiento crítico involucra procesos complejos, multidimensionales y en gran medida internos, que requieren instrumentos específicos, sensibles y flexibles para su identificación y análisis.

3.5.1 Fundamentos de la evaluación del pensamiento crítico

Evaluar el pensamiento crítico implica valorar la capacidad del estudiante para analizar, argumentar, interpretar, reflexionar y tomar decisiones fundamentadas en información científica, ética y contextual. En este sentido, la evaluación no puede limitarse a la reproducción de conocimientos o a la aplicación mecánica de fórmulas, sino que debe indagar en las formas en que se procesa la información y actúa con base en su razonamiento (Facione, 1990).



Desde un enfoque formativo, la evaluación del pensamiento crítico busca no solo verificar aprendizajes, sino también retroalimentar, orientar y fortalecer el desarrollo de habilidades superiores de pensamiento, en consonancia con los principios del aprendizaje significativo y de la educación científica emocional (Brookhart, 2010).

Para ser válida, esta evaluación debe cumplir al menos tres criterios:

- **Autenticidad:** evaluar procesos en contextos reales o simulados significativos.
- **Multidimensionalidad:** considerar distintos aspectos del pensamiento (lógico, ético, emocional, contextual).
- **Participación activa:** involucrar al estudiante en la evaluación, mediante la autoevaluación, la coevaluación y la metacognición.

3.5.2 Rúbricas analíticas de pensamiento crítico

Las rúbricas analíticas son instrumentos que permiten descomponer una competencia compleja en criterios e indicadores específicos, con distintos niveles de logro. Son especialmente útiles para evaluar el pensamiento crítico, ya que posibilitan identificar fortalezas y debilidades en dimensiones como:

- Claridad conceptual
- Fundamentación de argumentos
- Uso de evidencias
- Consideración de contraargumentos
- Coherencia lógica
- Implicaciones éticas y emocionales

Un ejemplo de rúbrica adaptada al aula de ciencias podría tener los siguientes niveles: *incipiente, en desarrollo, competente, avanzado*, y describir con precisión lo que se espera en cada categoría. Su uso permite ofrecer retroalimentación detallada, fomentar la autorregulación y transparentar los criterios de evaluación.

Según Andrade (2005), las rúbricas son más eficaces cuando se construyen con participación del estudiantado y se utilizan de manera formativa, no solo sumativa.

3.5.3 Protocolos de pensamiento visible

Los protocolos de pensamiento visible (Visible Thinking Routines) son estructuras breves que guían al estudiante para expresar su razonamiento de forma explícita. Desarrolladas por el Project Zero de la Universidad de Harvard (Ritchhart et al., 2011), estas rutinas promueven la metacognición, la argumentación y la reflexión crítica.

Algunas de las más utilizadas en ciencias son:

- **“Veo, pienso, me pregunto”**: útil para explorar fenómenos naturales y activar la observación, la inferencia y la curiosidad.
- **“Reclamo-evidencia-razonamiento” (Claim-Evidence-Reasoning, CER)**: estructura para argumentar en ciencias, donde el estudiante formula una afirmación, aporta evidencias y explica su razonamiento.
- **“Antes pensaba... ahora pienso...”**: favorece la revisión de ideas previas y el cambio conceptual.
- **“Conecta, extiende, desafía”**: invita a relacionar lo aprendido con otras ideas, ampliarlo y cuestionarlo.

Estas rutinas pueden aplicarse oralmente o por escrito, de manera individual o grupal, y se integran fácilmente en proyectos, debates, experimentos o discusiones en torno a controversias socio-científicas.

3.5.4 Diarios reflexivos y autoevaluación crítica

El diario reflexivo es una herramienta que permite al estudiante registrar sus procesos de aprendizaje, emociones, dudas, avances y descubrimientos. Su valor para evaluar el pensamiento crítico radica en que posibilita observar la evolución del razonamiento a lo largo del tiempo, así como el vínculo entre cognición y afectividad.

En el contexto de la educación científica emocional, estos diarios pueden incluir preguntas como:

- ¿Qué aprendí hoy que me hizo pensar de manera diferente?
- ¿Qué emociones experimenté durante esta actividad?
- ¿Cómo cambiaron mis ideas iniciales?
- ¿Qué argumentos me parecieron más convincentes y por qué?

La autoevaluación crítica, por su parte, promueve la toma de conciencia del propio pensamiento y la capacidad de juzgarlo con base en criterios explícitos. Puede realizarse mediante listas de cotejo, escalas de valoración o guías de reflexión metacognitiva, y debe ser orientada por el docente para evitar la superficialidad o el autoengaño.

3.5.5 Evaluaciones auténticas basadas en desempeño

Las evaluaciones auténticas son aquellas que requieren al estudiante aplicar sus conocimientos y habilidades en tareas complejas, contextualizadas y significativas. En el caso del pensamiento crítico en ciencias, pueden incluir:

- Resolución de problemas científicos reales
- Elaboración de propuestas ante problemas ambientales
- Diseño de experimentos y análisis de resultados
- Debates argumentativos sobre dilemas socio-científicos
- Proyectos de investigación comunitaria

Estas tareas permiten observar el razonamiento en acción, así como valorar el uso de evidencias, la capacidad para tomar decisiones, y la integración de lo emocional, lo ético y lo científico en el juicio del estudiante.

Según Wiggins y McTighe (2005), estas formas de evaluación no solo miden mejor las competencias complejas, sino que también motivan más al estudiante, al conectar el aprendizaje con su vida real.

3.5.6 Integración de la dimensión emocional en la evaluación crítica



Un componente clave del enfoque aquí propuesto es la integración de indicadores emocionales en la evaluación del pensamiento crítico. Esto puede lograrse mediante:

- Preguntas que exploren el impacto emocional de los contenidos (¿qué te sorprendió?, ¿qué te molestó?, ¿qué te inspiró?).
- Valoración de actitudes como la empatía, la apertura mental, el respeto por la diversidad de ideas.
- Reconocimiento del papel de las emociones epistémicas (curiosidad, asombro, duda) en el proceso de razonamiento.
- Observación de la autorregulación emocional en contextos de discusión o conflicto argumentativo.

Este enfoque evaluativo más holístico favorece una comprensión más profunda de cómo los estudiantes piensan, sienten y aprenden, y permite orientar mejor las intervenciones pedagógicas.

3.6 Debate e indagación como prácticas de pensamiento crítico emocional

El desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias no solo requiere de metodologías de enseñanza que favorezcan el análisis, la argumentación y la evaluación, sino también de espacios pedagógicos donde estas habilidades puedan practicarse de forma activa, colaborativa y emocionalmente significativa. En este contexto, el debate y la indagación emergen como dos prácticas clave para la formación del juicio crítico, particularmente cuando se articulan con la dimensión emocional del aprendizaje.

3.6.1 Fundamentos del debate y la indagación en el pensamiento crítico

El debate, en el ámbito educativo, se define como una actividad oral argumentativa que enfrenta posturas opuestas sobre un tema determinado, con el objetivo de persuadir mediante razones, evidencias y recursos retóricos. Su uso en el aula tiene raíces en la tradición socrática del diálogo y en enfoques contemporáneos como la pedagogía del pensamiento crítico y la educación para la ciudadanía (Paul & Elder, 2006).

Por su parte, la indagación se basa en la metodología científica y promueve el aprendizaje a través de la formulación de preguntas, la búsqueda de información, la experimentación, el análisis de datos y la generación de conclusiones. Este enfoque, promovido por autores como Dewey (1938) y Harlen (2014), sitúa al estudiante como protagonista activo del conocimiento, desarrollando habilidades intelectuales y disposiciones afectivas claves para el pensamiento crítico.

Ambas estrategias comparten principios pedagógicos esenciales: participación activa del estudiantado, desarrollo del lenguaje y del pensamiento, construcción colaborativa del conocimiento y apertura a la diversidad de perspectivas.

3.6.2 El debate como estrategia de pensamiento crítico emocional

El debate permite practicar habilidades de análisis, síntesis, evaluación, argumentación y contraargumentación en un contexto dialógico y normado. A través del debate, el estudiantado aprende a:

- Comprender posiciones diferentes a la propia.
- Formular argumentos sólidos basados en evidencias.
- Reconocer falacias y sesgos.
- Escuchar activamente y responder respetuosamente.
- Reformular sus propias creencias con base en nuevos datos o puntos de vista.

Desde una perspectiva emocional, el debate activa afectos como la empatía, la indignación ética, la frustración o la satisfacción intelectual, los cuales influyen en la forma en que se razona y se decide. Diversos estudios han mostrado que el debate promueve la autorregulación emocional, la tolerancia a la ambigüedad y el compromiso afectivo con las ideas defendidas (Osborne, 2010).

En ciencias naturales, los debates pueden organizarse en torno a controversias socio-científicas, permitiendo al estudiantado explorar las implicaciones sociales, éticas y personales de los conocimientos científicos. Ejemplos comunes incluyen: uso de energías renovables, edición genética, derechos de los animales, manejo de residuos, entre otros.

3.6.3 Tipologías y modalidades de debate en el aula de ciencias

Existen distintas formas de organizar el debate en función del objetivo pedagógico, el nivel educativo y el tema a tratar:

- **Debate académico formal:** con reglas estrictas, tiempos delimitados, roles asignados (moderador, jueces, oradores) y evaluación mediante rúbricas.
- **Foro socrático:** discusión abierta orientada a profundizar en un tema mediante preguntas y respuestas, sin la necesidad de “ganar” el debate.
- **Círculo de diálogo o tertulia dialógica:** participación equitativa de todos los miembros, con base en un texto, imagen o problema científico que se analiza en colectivo.
- **Debate espontáneo o informal:** surge durante el desarrollo de una clase, y puede ser canalizado por el docente para estimular la argumentación crítica.

Cualquiera sea el formato, es fundamental que el docente promueva un ambiente de respeto, escucha, apertura y regulación emocional, condiciones necesarias para que el debate contribuya al desarrollo del pensamiento crítico emocional.

3.6.4 La indagación como práctica de pensamiento crítico y emocional

El enfoque de enseñanza por indagación, también conocido como *Inquiry-Based Science Education* (IBSE), propone que el estudiantado aprenda ciencias haciendo ciencia. Esta metodología promueve el pensamiento crítico mediante la formulación de preguntas, el diseño de experimentos, la recolección de datos, la interpretación de resultados y la comunicación de hallazgos (Harlen & Qualter, 2018).

La indagación desarrolla capacidades cognitivas como:

- Generación de hipótesis
- Observación sistemática
- Inferencia causal
- Evaluación de fuentes
- Generalización de resultados

Pero también moviliza emociones epistémicas esenciales como la curiosidad, el asombro, la frustración ante el error y la satisfacción por el descubrimiento. Estas emociones favorecen la implicación personal con el objeto de estudio y fortalecen la memoria significativa.



Además, la indagación fomenta la colaboración, el diálogo y el respeto por las ideas ajenas, valores fundamentales para la formación de una ciudadanía científica y emocionalmente crítica.

3.6.5 Estrategias de implementación en el aula

Para incorporar estas prácticas en el aula de ciencias de manera efectiva, se sugieren las siguientes estrategias:

- **Diseño de secuencias didácticas integradas** que combinen actividades de indagación con espacios de discusión y debate.
- **Proyectos de aula** que partan de una pregunta guía y culminen en una presentación pública o feria científica.
- **Uso de controversias para generar preguntas de indagación**, articulando el debate con la experimentación.
- **Evaluación formativa del proceso**, incluyendo autoevaluación emocional, rúbricas de pensamiento crítico y protocolos de reflexión.

El docente debe adoptar un rol de facilitador, acompañando los procesos de razonamiento, proporcionando andamiajes conceptuales y emocionales, y generando condiciones para el pensamiento colaborativo.



3.6.6 Aplicaciones en el contexto educativo ecuatoriano

En Ecuador, el enfoque por competencias del currículo nacional promueve el uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas, la investigación escolar y el trabajo colaborativo. Sin embargo, su implementación efectiva requiere superar desafíos estructurales como la rigidez horaria, la escasa formación docente en didácticas innovadoras y la falta de materiales de apoyo.



A pesar de ello, existen experiencias significativas de implementación de proyectos de indagación científica, clubes de debate escolar y ferias científicas comunitarias que han demostrado el potencial de estas prácticas para mejorar la motivación, el pensamiento crítico y el compromiso del estudiantado con su entorno.

El fortalecimiento de estas iniciativas, con una mirada emocionalmente consciente, permitiría avanzar hacia una educación científica más humanista, crítica y situada.

3.7 Experiencias aplicadas en educación científica emocional en Ecuador

La implementación de estrategias de educación científica emocional en el contexto ecuatoriano constituye una oportunidad para responder a desafíos pedagógicos reales y construir una práctica docente más crítica, inclusiva y significativa. Aunque la literatura específica sobre el enfoque en Ecuador es aún incipiente, diversas experiencias educativas desarrolladas en instituciones del país reflejan principios y metodologías coherentes con este paradigma.

3.7.1 Integración de la dimensión emocional en proyectos de aula

En varias instituciones de educación básica y media en Ecuador, los proyectos interdisciplinarios han comenzado a integrar contenidos científicos con experiencias significativas para el estudiantado. Por ejemplo, el diseño de huertos escolares no solo permite comprender el ciclo de vida de las plantas y los procesos ecológicos, sino también desarrollar empatía hacia los seres vivos, sentido de responsabilidad ambiental y orgullo por el trabajo colectivo. Estas emociones facilitan la apropiación del conocimiento y fortalecen el pensamiento crítico sobre la sostenibilidad y la soberanía alimentaria.

Los proyectos basados en problemáticas del entorno inmediato — como la gestión de residuos, la calidad del aire o el acceso al agua potable— han demostrado ser especialmente eficaces para activar emociones epistémicas como la indignación, la curiosidad o el asombro. Estas emociones, cuando son canalizadas didácticamente, pueden motivar la investigación científica, la deliberación ética y la acción transformadora.

3.7.2 Debates escolares sobre dilemas socio-científicos

Otra experiencia relevante ha sido la inclusión de debates escolares en los que se analizan dilemas con base científica y relevancia social, como el uso de pesticidas en la agricultura, la vacunación obligatoria, la energía hidroeléctrica o la minería metálica. Estas actividades promueven el desarrollo de habilidades de argumentación y evaluación crítica, pero también generan una implicación emocional profunda.

El estudiantado no solo defiende ideas, sino que se identifica con causas, valora consecuencias y se confronta con sus propias creencias. En este contexto, docentes reportan un incremento en la motivación por aprender ciencia y en la capacidad de los y las estudiantes para dialogar desde la emoción y la razón, lo cual representa un avance hacia una educación más democrática y comprometida.

3.7.3 Indagación científica con enfoque intercultural

En zonas rurales y comunidades indígenas del Ecuador, algunas escuelas han comenzado a desarrollar experiencias de indagación científica que articulan el conocimiento académico con los saberes ancestrales. Por ejemplo, la exploración de plantas medicinales no se limita a la clasificación botánica, sino que se contextualiza con las prácticas tradicionales de uso, la narrativa oral y la cosmovisión andina.

Estas experiencias no solo promueven la alfabetización científica crítica, sino que también fortalecen el sentido de identidad cultural y respeto por la diversidad epistémica. La emoción que despierta el reconocimiento del propio conocimiento y la validación de las tradiciones es un factor clave para el involucramiento activo del estudiantado, especialmente en contextos históricamente excluidos del discurso científico.

3.7.4 Uso de recursos audiovisuales y narrativas emotivas

El uso de documentales, cortometrajes, narraciones biográficas y relatos históricos en la clase de ciencias se ha convertido en una estrategia eficaz para inducir fascinación, activar el pensamiento crítico y generar reflexión ética. Por ejemplo, presentar la historia de figuras científicas que enfrentaron obstáculos sociales —como Marie Curie o Galileo Galilei— permite no solo aprender conceptos científicos, sino también reflexionar sobre la justicia, la perseverancia y el compromiso con el conocimiento.



Además, al incluir testimonios reales sobre problemáticas actuales (por ejemplo, comunidades afectadas por la contaminación), se logra una conexión emocional que da sentido al aprendizaje y estimula el análisis crítico del papel de la ciencia en la sociedad. Esta estrategia se alinea con los principios de la educación científica emocional, que promueve una ciencia humanizada, situada y emocionalmente resonante.

3.7.5 Formación docente y comunidades de aprendizaje

Aunque muchas de estas experiencias surgen de iniciativas individuales, existen esfuerzos por sistematizar y expandir estas prácticas mediante programas de formación docente continua. Algunos centros educativos han constituido comunidades de aprendizaje donde los y las docentes comparten estrategias, reflexionan sobre su práctica y diseñan secuencias didácticas integradoras.

Estas comunidades promueven una cultura de innovación pedagógica que reconoce la importancia de las emociones en el aprendizaje de las ciencias, y que busca articular lo afectivo con lo cognitivo de manera planificada y contextualizada. El diálogo entre docentes de distintas disciplinas también ha favorecido la transversalización de la educación emocional, rompiendo con la fragmentación del currículo tradicional.

3.7.6 Desafíos y proyecciones

A pesar de los avances, la implementación sistemática de la educación científica emocional en Ecuador enfrenta múltiples desafíos: limitaciones curriculares, falta de recursos, resistencia a enfoques innovadores, y escasa investigación local que sistematice estas prácticas. No obstante, las experiencias descritas demuestran que es posible integrar emoción y pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias, incluso en contextos con recursos limitados.

El fortalecimiento de políticas educativas que reconozcan la importancia de la dimensión emocional, así como la inclusión de esta perspectiva en los programas de formación docente inicial, son pasos fundamentales para consolidar este enfoque a nivel nacional.



CAPÍTULO 4

PRÁCTICAS DOCENTES Y FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN EDUCACIÓN CIENTÍFICA EMOCIONAL



Capítulo 4: Prácticas Docentes y Formación del Profesorado en Educación Científica Emocional

En el marco de la educación científica emocional, el rol del profesorado es fundamental no solo como transmisor de conocimientos, sino como mediador afectivo, guía crítico y diseñador de experiencias de aprendizaje integrales que conecten la razón con la emoción. La implementación efectiva de este enfoque pedagógico requiere prácticas docentes innovadoras, sensibles a las dimensiones emocionales del aprendizaje y comprometidas con el desarrollo de competencias críticas, científicas y éticas en el estudiantado. Asimismo, plantea la necesidad de repensar profundamente la formación inicial y continua del profesorado de ciencias, con el fin de articular los saberes disciplinares, pedagógicos y emocionales en la construcción de una enseñanza más humanizada, contextualizada y transformadora.



Este capítulo se enfoca en el análisis y sistematización de prácticas docentes coherentes con los principios de la educación científica emocional, así como en la revisión crítica de los modelos actuales de formación docente en ciencias. Se parte de la premisa de que no es posible avanzar hacia una educación emocionalmente significativa sin transformar las formas en que los y las docentes comprenden, viven y enseñan la ciencia.

Esto implica desarrollar no solo habilidades técnicas o metodológicas, sino también una conciencia pedagógica que permita integrar lo emocional como parte constitutiva del proceso de enseñanza-aprendizaje.

A nivel internacional, autores como Zembylas (2007), Nias (1996) y Hargreaves (1998) han destacado la dimensión emocional del trabajo docente, señalando que enseñar implica una implicación afectiva profunda, tanto con el conocimiento como con los sujetos que aprenden. En el contexto de las ciencias naturales, esta dimensión se vuelve particularmente relevante, dado que la enseñanza tradicional ha tendido a privilegiar lo cognitivo-racional, relegando las emociones a un plano secundario o invisible.

No obstante, estudios recientes en neuroeducación y psicología del aprendizaje evidencian que las emociones influyen decisivamente en la atención, la memoria, la motivación y la toma de decisiones (Immordino-Yang & Damasio, 2007; Pekrun, 2006). Por tanto, una enseñanza científica efectiva requiere reconocer y trabajar activamente con las emociones que atraviesan el proceso educativo.

4.1 Perfil docente para una educación científica emocional

La implementación efectiva de una educación científica emocional requiere no solo de cambios curriculares o metodológicos, sino fundamentalmente de un nuevo perfil docente que articule el dominio del conocimiento científico con la sensibilidad emocional, el compromiso ético y la competencia pedagógica crítica.



4.1.1 Más allá del tecnicismo: un enfoque integral del rol docente

Durante décadas, el perfil del docente de ciencias ha estado marcado por una orientación técnica y transmisiva, centrada en la reproducción del saber disciplinar y la aplicación mecánica de metodologías. Este modelo, influenciado por la racionalidad instrumental y los estándares de eficacia medidos en términos de resultados cognitivos, ha descuidado aspectos fundamentales del acto educativo: el vínculo humano, la ética del cuidado y la dimensión emocional del aprendizaje (Noddings, 2005; Hargreaves, 1998).

La educación científica emocional plantea un viraje epistemológico y pedagógico que exige al profesorado asumir un rol más complejo, en el que se combine la excelencia académica con la empatía, la autorreflexión, la capacidad narrativa, el liderazgo afectivo y la disposición al diálogo intercultural. El docente deja de ser un mero transmisor de contenidos para convertirse en facilitador de experiencias significativas, mediador de conflictos cognitivos y emocionales, y promotor del pensamiento crítico con sentido ético y emocional.

4.1.2 Competencias clave del profesorado emocionalmente competente

El perfil docente en el marco de la educación científica emocional se construye sobre un conjunto de competencias que abarcan dimensiones cognitivas, emocionales, éticas y contextuales. A continuación, se describen las principales:

4.1.2.1 Competencia emocional

Consiste en la capacidad de reconocer, comprender, expresar y regular las propias emociones y las de los y las estudiantes. Incluye el manejo del estrés, la empatía, la sensibilidad interpersonal, y la creación de climas afectivos positivos en el aula (Bisquerra, 2009). Esta competencia es fundamental para facilitar el aprendizaje, gestionar conflictos y fomentar una cultura del respeto mutuo y del cuidado.

4.1.2.2 Competencia didáctica contextualizada

Implica la capacidad para diseñar y adaptar secuencias de enseñanza que integren contenidos científicos con experiencias emocionalmente significativas. Esto requiere conocer al grupo, comprender su realidad

sociocultural, e incorporar estrategias activas, sensoriales, narrativas o controvertidas que despierten la curiosidad, el asombro y el sentido del conocimiento.

4.1.2.3 Competencia comunicativa y narrativa

El docente emocionalmente competente sabe comunicar no solo información, sino también emociones, valores y sentidos. Usa el lenguaje con intención pedagógica y afectiva, narra historias que humanizan la ciencia, promueve el diálogo socrático y fomenta la argumentación respetuosa. La comunicación empática es clave para generar vínculos, motivar el pensamiento crítico y construir una comunidad de aprendizaje.

4.1.2.4 Competencia ética y reflexiva

Se refiere a la capacidad de analizar críticamente el propio rol, las prácticas pedagógicas, las relaciones de poder en el aula y el impacto social del conocimiento científico. Incluye la disposición a cuestionar prejuicios, revisar creencias, reconocer errores y actuar con integridad profesional. La autorreflexión permanente permite construir una docencia ética y emocionalmente responsable.

4.1.2.5 Competencia intercultural y de justicia epistémica

Especialmente relevante en contextos diversos como el ecuatoriano, esta competencia implica valorar los saberes locales, dialogar con cosmovisiones distintas, y promover una ciencia inclusiva, plural y comprometida con el entorno. El docente debe ser capaz de articular el conocimiento académico con los saberes ancestrales, reconociendo su valor emocional, identitario y epistemológico.

4.1.3 Actitudes necesarias para una práctica docente emocionalmente conectada

Más allá de las competencias técnicas, el perfil docente en educación científica emocional se caracteriza por una serie de actitudes y disposiciones ético-afectivas que orientan su accionar cotidiano. Entre ellas destacan:

- **La apertura al asombro y a la curiosidad**, como motor del propio aprendizaje y del de sus estudiantes.
- **La humildad epistémica**, que reconoce los límites del saber científico y valora la incertidumbre como oportunidad pedagógica.
- **El compromiso con la equidad y la inclusión**, tanto en el acceso al conocimiento como en la validación de emociones diversas.
- **La pasión por enseñar y por el conocimiento científico**, transmitida de manera contagiosa y emocionalmente significativa.
- **La capacidad de escucha profunda**, que permite comprender las necesidades, intereses y afectos del estudiantado.

Estas actitudes no se enseñan de manera directa, sino que se cultivan en la práctica, mediante procesos formativos continuos, espacios de reflexión colectiva y acompañamiento institucional.

4.1.4 Implicaciones para la formación y evaluación docente

El desarrollo de este perfil docente requiere repensar profundamente los programas de formación inicial y continua del profesorado. Es necesario incorporar módulos sobre educación emocional, pedagogía crítica, neuroeducación, ética del cuidado y metodologías participativas, así como promover prácticas reflexivas que integren teoría y experiencia.



Igualmente, los sistemas de evaluación docente deben considerar la dimensión emocional de la práctica, incluyendo indicadores de clima afectivo, vínculo pedagógico, inclusión emocional y sensibilidad cultural. Esto implica superar las lógicas exclusivamente técnicas y sumar evaluaciones cualitativas, autoevaluaciones, portafolios reflexivos y observaciones colaborativas.

4.2 Enfoques pedagógicos coherentes con la educación científica emocional

La educación científica emocional exige un cambio profundo en las formas tradicionales de enseñar ciencias, superando los enfoques transmisivos centrados en la memorización de contenidos para dar paso a metodologías activas, significativas y afectivamente resonantes. En este marco, la elección de enfoques pedagógicos coherentes con los principios de la educación científica emocional es una decisión clave que incide en el desarrollo de competencias cognitivas, éticas y emocionales del estudiantado.

4.2.1 Enfoque socioconstructivista: aprender con otros y desde la experiencia

El enfoque socioconstructivista, basado en las teorías de Vygotsky (1979) y Bruner (1991), sostiene que el aprendizaje es un proceso activo y social, en el cual el conocimiento se construye a partir de la interacción con otros y con el entorno. Esta perspectiva es esencial para la educación científica emocional, ya que reconoce al estudiante como sujeto activo, capaz de significar el conocimiento desde sus emociones, experiencias y contextos culturales.

En ciencias naturales, el socioconstructivismo se traduce en prácticas como el trabajo en grupo, la co-construcción de explicaciones, el aprendizaje cooperativo, el uso de andamiajes y la valorización del diálogo como herramienta para la comprensión y la reflexión. Estas prácticas fomentan la empatía, la escucha activa, el respeto por las ideas diversas y la construcción de una comunidad emocional de aprendizaje.

4.2.2 Pedagogía crítica: ciencia, conciencia y transformación social

Desarrollada por autores como Freire (1970) y Giroux (1992), la pedagogía crítica propone una educación orientada a la emancipación, la justicia social y la conciencia crítica. Este enfoque es profundamente compatible con la educación científica emocional, pues vincula el conocimiento con la experiencia vital del estudiantado y con las realidades de exclusión, desigualdad y conflicto que los atraviesan.



En el aula de ciencias, la pedagogía crítica se manifiesta en la selección de contenidos relevantes y controversiales (como el cambio climático, la minería o el acceso a la salud), en la problematización de la ciencia como construcción social y política, y en la promoción de proyectos que articulen saber científico, emoción ética y acción transformadora. Este enfoque estimula emociones epistémicas como la indignación, la esperanza y el compromiso, que movilizan el pensamiento crítico y la implicación activa del estudiantado.

4.2.3 Aprendizaje basado en proyectos (ABP): integrar emoción, ciencia y acción

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es un enfoque metodológico que promueve la investigación autónoma, la resolución de problemas reales y la producción de conocimientos aplicables. Según Thomas (2000), el ABP mejora la motivación, desarrolla habilidades complejas y genera aprendizajes duraderos, especialmente cuando los proyectos son significativos para los estudiantes y están conectados con su entorno.

Desde la perspectiva emocional, el ABP permite despertar curiosidad, promover el sentido de pertenencia, activar la creatividad y canalizar emociones como la sorpresa, la frustración o el orgullo por el logro. En ciencias naturales, un proyecto puede girar en torno a temas como el monitoreo de la calidad del agua local, la creación de una campaña de reciclaje o la elaboración de un huerto escolar sostenible. Estos proyectos no solo enseñan contenidos, sino que también cultivan valores, emociones y actitudes fundamentales para la alfabetización científica crítica.

4.2.4 Enseñanza por indagación: ciencia vivida desde la curiosidad

La enseñanza por indagación propone que el aprendizaje de las ciencias se base en la formulación de preguntas, la recolección de datos, la experimentación, la interpretación de resultados y la argumentación científica. Este enfoque, promovido por instituciones como la National Science Teaching Association (NSTA), convierte al estudiantado en protagonista del conocimiento y favorece el desarrollo de habilidades cognitivas y emocionales.

La indagación no solo estimula el pensamiento lógico y la resolución de problemas, sino que también permite vivir emociones como el asombro, la duda, la perseverancia y la satisfacción por el descubrimiento. Estos afectos fortalecen el vínculo emocional con la ciencia, incrementan la motivación y favorecen el recuerdo duradero de los aprendizajes. Además, la indagación facilita el aprendizaje adaptado al contexto, aprovechando los recursos y fenómenos disponibles en el entorno del estudiantado.

4.2.5 Aprendizaje dialógico: saberes compartidos en comunidad

El aprendizaje dialógico, desarrollado a partir de los planteamientos de Paulo Freire y sistematizado por Flecha (2000), propone que el conocimiento se construye colectivamente mediante el diálogo igualitario, el respeto por la diversidad cultural y la creación de significados compartidos. Este enfoque cobra especial relevancia en contextos pluriculturales como el ecuatoriano, donde conviven múltiples formas de entender y sentir la ciencia.

Desde la educación científica emocional, el aprendizaje dialógico permite que las emociones, las vivencias y las identidades del estudiantado sean reconocidas como parte del proceso formativo. El uso de tertulias científicas, diálogos de saberes, círculos de lectura o relatos autobiográficos científicos son estrategias que favorecen el pensamiento crítico y la inclusión emocional, fortaleciendo el tejido comunitario y el respeto mutuo.

4.2.6 Elementos comunes y articulación entre enfoques

Aunque cada uno de estos enfoques presenta particularidades metodológicas, todos comparten principios fundamentales que los hacen compatibles con la educación científica emocional:

- **Centrado en el estudiante:** el sujeto que aprende es activo, reflexivo y emocionalmente implicado.
- **Contextualización:** los contenidos se vinculan con la realidad del entorno y la experiencia vital del grupo.
- **Colaboración:** se promueve el aprendizaje entre pares, la comunicación empática y el respeto mutuo.
- **Significatividad emocional:** se valora el rol de las emociones como facilitadoras del pensamiento y del sentido del conocimiento.
- **Transformación:** el aprendizaje busca no solo conocer el mundo, sino también transformarlo éticamente.

Estos enfoques pueden y deben articularse de manera flexible, según las necesidades del grupo, el tema abordado y el contexto institucional. La combinación de proyectos, debates, indagación y diálogo permite construir una práctica docente rica, compleja y emocionalmente conectada.

4.3 Diseño emocional del aula de ciencias: ambiente, recursos y vínculos

La educación científica emocional no solo se define por los contenidos que se enseñan ni por las metodologías empleadas, sino también por el diseño integral del entorno donde ocurre el aprendizaje. El aula de ciencias, entendida como un espacio físico, simbólico y relacional, cumple un rol fundamental en la construcción de experiencias de aprendizaje emocionalmente significativas.

4.3.1 El aula como ecosistema emocional

Desde la perspectiva de la psicopedagogía, el aula es un sistema complejo donde interactúan múltiples factores que influyen en el aprendizaje: la disposición espacial, la iluminación, los colores, los sonidos, la temperatura, los materiales disponibles y, sobre todo, las relaciones humanas que allí se tejen (Rogers, 2003; Goleman, 1995). En este ecosistema, las emociones no solo son reacciones internas del estudiante, sino también respuestas a estímulos ambientales y sociales.

Un aula emocionalmente diseñada busca intencionalmente activar emociones positivas (como el asombro, la seguridad, la pertenencia, la curiosidad) y reducir aquellas que bloquean el aprendizaje (como el miedo, la vergüenza o la ansiedad). Esto requiere que el profesorado planifique no solo qué se enseña y cómo se enseña, sino también dónde y con qué clima afectivo se aprende.

4.3.2 Ambiente físico: disposición, estética y estimulación sensorial

El diseño físico del aula de ciencias puede contribuir significativamente al desarrollo emocional del estudiantado si se consideran elementos clave:

4.3.2.1 Organización del espacio

Un espacio flexible, con disposición de mesas que permita el trabajo colaborativo y el movimiento, facilita la interacción emocional y cognitiva. Las aulas con disposición circular o en forma de “U” favorecen la visibilidad entre los participantes, el contacto visual y la comunicación abierta, generando una sensación de horizontalidad y respeto mutuo.

4.3.2.2 Estética y simbolismo

El uso de colores cálidos, murales temáticos, afiches con frases inspiradoras, plantas, y elementos naturales crea un ambiente acogedor y estimulante. Incluir objetos científicos reales, modelos tridimensionales o instrumentos de laboratorio también favorece la conexión emocional con el conocimiento.

4.3.2.3 Estimulación multisensorial

La incorporación de estímulos que activen distintos sentidos (luces, aromas suaves, sonidos ambientales, texturas) puede mejorar la atención, reducir la ansiedad y facilitar el recuerdo emocional del aprendizaje. Por ejemplo, permitir tocar minerales, escuchar sonidos naturales o manipular modelos anatómicos no solo enriquece el aprendizaje, sino que lo hace emocionalmente memorable.

4.3.3 Recursos didácticos emocionalmente significativos

Los materiales que se utilizan en el aula de ciencias pueden actuar como puentes emocionales entre el estudiante y el conocimiento. Para ello, es fundamental que estos recursos:

- **Estén contextualizados**, es decir, que conecten con la vida cotidiana, la cultura local y los intereses del grupo.
- **Estimulen la curiosidad y el asombro**, mediante experimentos sorprendentes, videos impactantes, simuladores interactivos o narraciones científicas.
- **Faciliten la reflexión crítica**, a través de preguntas provocadoras, dilemas éticos, estudios de caso o testimonios reales.
- **Apelen a la dimensión estética**, incorporando imágenes, sonidos o relatos que movilicen emociones positivas y generen una experiencia estética del saber.

Los recursos no deben limitarse a los materiales impresos o digitales, sino incluir también prácticas discursivas, gestos, rituales de bienvenida, música o actividades lúdicas con intencionalidad pedagógica y afectiva.



4.3.4 Vínculos afectivos en el aula: confianza, empatía y cuidado

Uno de los factores más determinantes del clima emocional del aula es la calidad de los vínculos entre docentes y estudiantes, y entre pares. Un ambiente emocionalmente favorable se construye cuando el estudiantado percibe que es escuchado, valorado y respetado en su singularidad.

4.3.4.1 Clima de confianza

Un aula donde se promueve la participación sin temor al error, donde las preguntas son bienvenidas y donde se valoran las distintas formas de aprender, genera confianza y autoestima. La confianza es una condición indispensable para que emerja el pensamiento crítico, pues permite expresar dudas, disentir, argumentar y explorar sin miedo a la sanción.

4.3.4.2 Empatía docente

El profesorado emocionalmente competente reconoce las emociones del estudiantado, valida sus experiencias y adapta su enseñanza en función de las necesidades afectivas del grupo. La empatía no es solo una actitud personal, sino una práctica profesional que se manifiesta en el tono de voz, la disponibilidad, el lenguaje corporal y la coherencia entre el discurso y la acción.

4.3.4.3 Cultura del cuidado

Promover una cultura del cuidado implica reconocer que aprender ciencias no es solo un proceso intelectual, sino una experiencia humana que puede generar inseguridades, frustraciones o entusiasmo. Incorporar momentos de contención, celebraciones colectivas, reconocimiento de logros y cuidado emocional entre pares contribuye a formar una comunidad afectiva de aprendizaje.

4.3.5 Estrategias para diseñar aulas emocionalmente conscientes

Algunas estrategias que pueden facilitar el diseño emocional del aula de ciencias incluyen:

- **Mapeo emocional del espacio:** invitar al estudiantado a identificar zonas del aula donde se sienten más cómodos, seguros o estimulados, y rediseñar el ambiente con base en sus aportes.
- **Rituales afectivos de inicio y cierre:** usar frases inspiradoras, canciones temáticas o preguntas emocionales al comenzar o finalizar la clase, para generar conexión y anticipación positiva.
- **Murales emocionales:** crear espacios donde el grupo pueda expresar cómo se siente respecto al tema o proceso de aprendizaje (por ejemplo, “Hoy me siento...” con emoticonos o colores).
- **Círculos de la palabra:** generar momentos de diálogo horizontal donde se compartan emociones, inquietudes o aprendizajes, promoviendo la escucha activa y el reconocimiento mutuo.

Estas estrategias no solo fortalecen el vínculo emocional con el conocimiento, sino que también desarrollan competencias socioemocionales esenciales para la vida.

4.3.6 Relevancia en el contexto educativo ecuatoriano

En el contexto ecuatoriano, caracterizado por su diversidad cultural, geográfica y socioeconómica, el diseño emocional del aula adquiere

particular relevancia. Adaptar el espacio y los vínculos a las realidades de los estudiantes —muchas veces marcadas por la desigualdad, la exclusión o la violencia— es un acto de justicia pedagógica y de compromiso ético con el derecho a aprender en condiciones de dignidad emocional.

Además, en comunidades rurales e interculturales, el respeto por los elementos simbólicos del entorno, la incorporación de saberes ancestrales y la valoración del idioma y las expresiones culturales propias pueden constituir recursos potentes para el diseño emocionalmente pertinente del aula de ciencias.

4.4 Las emociones docentes en la enseñanza de las ciencias

La educación científica emocional no puede ser comprendida en su totalidad sin atender a las emociones del profesorado. El acto de enseñar ciencias implica no solo la transmisión de conocimientos, sino también una profunda implicación afectiva que influye en la forma en que se planifican, ejecutan y evalúan las prácticas pedagógicas.

4.4.1 Reconocer la dimensión emocional de la docencia

Durante mucho tiempo, las emociones docentes fueron invisibilizadas en los discursos pedagógicos predominantes, que privilegiaron una visión técnica, neutral y racional del trabajo educativo. Sin embargo, investigaciones recientes han evidenciado que la enseñanza es una práctica profundamente emocional, en la cual los estados afectivos del profesorado influyen en sus decisiones didácticas, en la relación con el estudiantado y en la eficacia del aprendizaje (Hargreaves, 1998; Zembylas, 2005).

Las emociones que experimenta el profesorado no son individuales ni aleatorias, sino que están condicionadas por factores estructurales (condiciones laborales, cultura institucional, políticas educativas), relacionales (interacciones con colegas, estudiantes y familias) y personales (historia de vida, vocación, autoimagen profesional). Reconocer esta complejidad es el primer paso para construir una práctica docente reflexiva, ética y emocionalmente consciente.

4.4.2 Emociones frecuentes en la enseñanza de las ciencias

El profesorado de ciencias enfrenta desafíos específicos que generan un conjunto de emociones características, las cuales pueden ser positivas o negativas dependiendo del contexto y del acompañamiento institucional.

4.4.2.1 Emociones positivas

- **Entusiasmo:** experimentado al abordar temas que apasionan o al observar el interés del estudiantado en fenómenos científicos.
- **Satisfacción profesional:** cuando se logra que los estudiantes comprendan conceptos complejos, desarrollen habilidades de pensamiento crítico o se involucren emocionalmente con la ciencia.
- **Orgullo:** al ver que proyectos científicos impactan en la comunidad o que el estudiantado aplica el conocimiento en situaciones reales.
- **Esperanza:** relacionada con la convicción de que la educación científica puede contribuir a una sociedad más justa, informada y sostenible.

4.4.2.2 Emociones negativas

- **Frustración:** frente a la falta de recursos, el escaso interés del estudiantado o la imposibilidad de implementar propuestas innovadoras.
- **Ansiedad:** derivada de la presión por cumplir con el currículo, los tiempos institucionales o los resultados estandarizados.
- **Desánimo:** provocado por la percepción de que la ciencia no es valorada en el contexto escolar o social.
- **Agotamiento emocional:** consecuencia del trabajo intenso, de la sobrecarga administrativa y de la falta de reconocimiento.

Estas emociones no son necesariamente patológicas; por el contrario, son indicadores de la implicación ética y afectiva del profesorado con su tarea. El problema surge cuando no se les brinda un espacio de reconocimiento, gestión y acompañamiento profesional.



4.4.3 Impacto de las emociones docentes en el aprendizaje

Diversos estudios han demostrado que las emociones del profesorado tienen un efecto directo en el clima del aula, en las expectativas hacia el estudiantado y en la calidad de las interacciones pedagógicas (Beauchamp & Thomas, 2009; Day & Leitch, 2001). Cuando los docentes muestran entusiasmo, empatía y confianza, los estudiantes tienden a sentirse más motivados, seguros y comprometidos.

En cambio, cuando el profesorado manifiesta emociones negativas de forma reiterada el aula puede convertirse en un entorno emocionalmente hostil, que inhibe la participación, aumenta la ansiedad y limita el pensamiento crítico. En el contexto de la enseñanza de las ciencias, esto es particularmente relevante, ya que muchas veces los contenidos generan temor, inseguridad o desinterés si no se transmiten con pasión, claridad y sensibilidad emocional.

4.4.4 Emociones y sentido de la tarea docente

El modo en que los y las docentes significan sus emociones está relacionado con su sentido del trabajo. Para algunos, las emociones negativas son interpretadas como señales de desgaste o fracaso; para otros, como oportunidades de reflexión y aprendizaje. En este sentido, Zembylas (2003) propone un enfoque crítico de las emociones docentes que reconoce su carácter político y su potencial transformador.

Las emociones también configuran la identidad profesional. Un docente que se emociona al enseñar ciencia, que se conmueve ante las preguntas del estudiantado, que se indigna frente a la injusticia socioambiental, está construyendo una identidad docente ética y comprometida. Esta dimensión emocional es, por tanto, una fuente de sentido y de dignidad profesional, y no una debilidad que deba ocultarse.

4.4.5 Estrategias de autorregulación y cuidado emocional del profesorado

Ante la centralidad de las emociones en la práctica docente, es fundamental que los sistemas educativos promuevan estrategias de autorregulación y cuidado emocional que fortalezcan el bienestar del profesorado y prevengan el síndrome de desgaste profesional (*burnout*). Algunas estrategias incluyen:

- **Espacios de reflexión colectiva:** reuniones pedagógicas, grupos de estudio o comunidades de práctica donde se compartan experiencias, emociones y aprendizajes.
- **Formación en educación emocional:** talleres y cursos que permitan al profesorado reconocer, nombrar y gestionar sus emociones de manera saludable.
- **Autoevaluación emocional:** instrumentos que ayuden al docente a identificar patrones emocionales, factores estresores y fuentes de satisfacción.
- **Apoyo institucional:** liderazgo pedagógico que valore el trabajo emocional del profesorado, políticas de autocuidado y programas de bienestar laboral.
- **Prácticas de mindfulness o atención plena:** técnicas que ayudan a reducir el estrés, mejorar la concentración y fortalecer la conexión cuerpo-mente.

Estas estrategias deben ser adaptadas a los contextos específicos, respetando la diversidad de trayectorias, culturas escolares y necesidades personales del profesorado.

4.4.6 Emociones docentes en el contexto ecuatoriano

En Ecuador, las condiciones del ejercicio docente en ciencias presentan particularidades que influyen en el clima emocional del profesorado. Las desigualdades territoriales, la falta de recursos didácticos, la presión por cumplir con el currículo oficial y la escasa formación continua en educación emocional generan desafíos importantes para el bienestar del educador.



No obstante, también se observan experiencias positivas en las que el compromiso ético, el trabajo colaborativo y la creatividad del profesorado han permitido transformar contextos adversos en oportunidades de aprendizaje significativo. El reconocimiento de estas experiencias, así como su sistematización y difusión, puede contribuir al fortalecimiento de una cultura pedagógica que valore las emociones como parte constitutiva de la profesión docente.

4.5 Formación inicial del profesorado en educación científica emocional

La formación inicial del profesorado constituye el primer eslabón de un proceso formativo que influye decisivamente en la calidad de la enseñanza, en la identidad profesional docente y en la experiencia de aprendizaje del estudiantado. En el marco de una educación científica emocional, esta etapa cobra una relevancia particular, ya que es en ella donde se siembran las bases conceptuales, metodológicas y actitudinales necesarias para que el futuro profesorado sea capaz de integrar ciencia, emoción y pensamiento crítico en su práctica pedagógica.

4.5.1 Limitaciones del modelo tradicional de formación docente en ciencias

A nivel general, los programas de formación docente en ciencias han estado históricamente marcados por un enfoque tecnocrático, centrado en la adquisición de contenidos disciplinares y habilidades didácticas formales. Este modelo presenta al conocimiento científico como un corpus neutro, universal y desvinculado de las dimensiones afectivas, éticas y culturales del saber (Jiménez-Aleixandre, 2006).

En consecuencia, los futuros docentes de ciencias suelen recibir escasa formación sobre las emociones en el aprendizaje, la gestión emocional en el aula, la construcción de vínculos pedagógicos o el análisis crítico del papel social de la ciencia. La ausencia de estos componentes en la formación inicial limita su capacidad para implementar una educación científica emocional, reduciendo su práctica a la reproducción de esquemas didácticos tradicionales y emocionalmente desconectados.

4.5.2 Contenidos esenciales para una formación emocionalmente consciente



Una formación inicial coherente con los principios de la educación científica emocional debe incluir una serie de contenidos estructurales que articulen lo epistemológico, lo pedagógico y lo emocional. Entre ellos se destacan:

4.5.2.1 Fundamentos de la educación emocional

El profesorado en formación necesita comprender qué son las emociones, cómo influyen en los procesos de aprendizaje y desarrollo, y cómo se expresan y regulan en contextos educativos. Esto implica conocer teorías contemporáneas de la emoción (como la teoría de las emociones básicas de Ekman o el modelo de competencias emocionales de Bisquerra), así como herramientas prácticas de observación, acompañamiento y desarrollo socioemocional.

4.5.2.2 Neuroeducación y procesos afectivos del aprendizaje

Los avances de la neurociencia educativa han demostrado que la emoción y la cognición están profundamente entrelazadas en el cerebro humano. Por tanto, es imprescindible que el futuro profesorado comprenda cómo las emociones afectan la atención, la memoria, la toma de decisiones y la motivación, y cómo diseñar ambientes de aprendizaje emocionalmente seguros, estimulantes y retadores (Immordino-Yang & Damasio, 2007).

4.5.2.3 Pedagogía crítica y alfabetización científica emocional

Es necesario formar docentes capaces de cuestionar el rol hegemónico de la ciencia, reflexionar sobre su impacto social y ético, y promover una alfabetización científica crítica que movilice emociones epistémicas como el asombro, la indignación ética, la compasión o la esperanza. Esto exige incluir en la formación inicial debates sobre controversias socio-científicas, justicia epistémica, inclusión de saberes ancestrales y ciencia ciudadana.

4.5.2.4 Didáctica de las ciencias con enfoque emocional

Este componente debe ofrecer estrategias metodológicas que integren la emoción en la enseñanza de las ciencias, como el uso de narrativas, el aprendizaje por proyectos, la indagación guiada, la dramatización, la gamificación y el debate ético. Además, debe enseñar a evaluar procesos emocionales y a construir ambientes de aula emocionalmente inteligentes.

4.5.3 Metodologías formativas centradas en la experiencia

La formación inicial docente debe evitar la enseñanza puramente teórica de estos contenidos y optar por metodologías activas, participativas y reflexivas. Algunas propuestas efectivas incluyen:

- **Estudios de caso** que analicen experiencias reales de aula desde una perspectiva emocional.
- **Simulaciones pedagógicas** que permitan ensayar la gestión de emociones en situaciones complejas.
- **Portafolios reflexivos** donde el futuro docente registre sus emociones, dudas, aprendizajes y desafíos durante sus prácticas.
- **Círculos de diálogo** que generen un espacio seguro para compartir emociones, experiencias formativas y procesos de construcción identitaria docente.
- **Investigación-acción** sobre problemas reales vinculados a la enseñanza de las ciencias con enfoque emocional.

Estas metodologías favorecen el desarrollo de la autorreflexión, la empatía, la capacidad crítica y la integración afectiva del conocimiento profesional.

4.5.4 Prácticas preprofesionales y acompañamiento emocional

Uno de los momentos más críticos en la formación inicial es la práctica preprofesional en instituciones educativas. Es allí donde el futuro docente confronta sus saberes teóricos con la complejidad de la

realidad escolar. Para que esta experiencia sea emocionalmente significativa y formativa, es fundamental:

- Establecer vínculos de acompañamiento pedagógico con tutores que valoren la dimensión emocional de la enseñanza.
- Proporcionar espacios de supervisión emocional donde el estudiante pueda expresar sus sentimientos, frustraciones y logros.
- Diseñar actividades que permitan observar, analizar y resignificar las emociones que emergen en el aula, tanto propias como del estudiantado.
- Fomentar una cultura del error como oportunidad de aprendizaje emocional y profesional.

Un acompañamiento empático y ético durante las prácticas fortalece la confianza, la autonomía y la identidad profesional del futuro educador o educadora.



4.5.5 Retos y proyecciones para el contexto ecuatoriano

En el caso ecuatoriano, los programas de formación inicial docente presentan avances en la integración de competencias emocionales, pero aún enfrentan desafíos estructurales. Entre ellos destacan:

- La limitada presencia de asignaturas específicas sobre educación emocional y neuroeducación en las mallas curriculares.
- La escasa articulación entre los contenidos de ciencias y la formación humanística, ética o emocional.
- La necesidad de formar formadores que dominen el enfoque científico-emocional y puedan modelarlo en sus clases.
- La brecha entre los contextos institucionales de formación (facultades) y los contextos reales de práctica (escuelas y colegios).

Superar estos desafíos exige una reforma curricular integral, basada en el diálogo entre universidades, ministerios y comunidades educativas. Asimismo, se requiere una política pública que promueva la educación emocional como derecho y como dimensión constitutiva de la calidad educativa.

4.6 Formación continua: actualización, acompañamiento y comunidad profesional

La formación continua del profesorado representa un eje fundamental para consolidar y actualizar las competencias necesarias en una educación científica emocional. Lejos de concebirse como una etapa residual o complementaria del proceso formativo, la actualización permanente debe entenderse como un derecho y una necesidad profesional, especialmente en contextos de transformación educativa.

4.6.1 La formación continua como proceso permanente y situado

El concepto contemporáneo de formación continua trasciende la idea de cursos esporádicos o capacitaciones aisladas. Se trata de un proceso permanente de desarrollo profesional, en el que el docente reflexiona sobre su práctica, incorpora nuevos saberes, resignifica experiencias y construye conocimiento en diálogo con sus pares y con su contexto (Imbernón, 2007).

En el marco de la educación científica emocional, esta formación debe contemplar tanto los aspectos disciplinares como los emocionales, éticos y contextuales del quehacer docente. El objetivo es que el profesorado no solo actualice sus conocimientos científicos, sino que también fortalezca su capacidad para crear ambientes de aprendizaje emocionalmente positivos, gestionar sus emociones y promover el pensamiento crítico y la alfabetización científica crítica en su estudiantado.

4.6.2 Contenidos prioritarios para una formación continua con enfoque emocional

Una formación continua coherente con los principios de la educación científica emocional debe integrar, entre otros, los siguientes contenidos:

4.6.2.1 Neuroeducación y educación emocional

Actualización en los aportes de la neurociencia afectiva y cognitiva al aprendizaje y la enseñanza. Incluye la comprensión del funcionamiento emocional del cerebro, la gestión emocional en el aula y la influencia de los estados afectivos en la atención, la memoria, la motivación y el razonamiento (Pekrun, 2006; Immordino-Yang, 2015).

4.6.2.2 Didáctica de las ciencias con sentido emocional

Profundización en estrategias pedagógicas que integren emoción y conocimiento: debates científicos, estudios de caso ético, indagación guiada, narrativas científicas, aprendizaje basado en proyectos, dramatización de conceptos y juegos educativos.

4.6.2.3 Prácticas reflexivas y autorregulación emocional docente

Desarrollo de competencias metacognitivas y afectivas que permitan al docente analizar sus propias emociones, reconocer su impacto en la enseñanza y generar estrategias de cuidado personal y profesional. Incluye también la prevención del *burnout* y la promoción del bienestar docente.

4.6.2.4 Inclusión, diversidad y justicia epistémica

Formación en enfoques interculturales, educación inclusiva y decolonialidad del saber. Esta dimensión es especialmente relevante en contextos como el ecuatoriano, donde la diversidad cultural y lingüística plantea retos pedagógicos que requieren sensibilidad emocional y apertura al diálogo de saberes.

4.6.3 Modelos y modalidades de formación continua

La formación continua puede desarrollarse en múltiples modalidades, que varían en cuanto a duración, profundidad, metodología y grado de institucionalización. Las más pertinentes para la educación científica emocional incluyen:

4.6.3.1 Comunidades de aprendizaje docente

Grupos estables de docentes que se reúnen periódicamente para compartir experiencias, leer textos especializados, observar clases entre pares y reflexionar sobre su práctica. Estas comunidades favorecen el aprendizaje colaborativo, el apoyo emocional y la mejora continua.

4.6.3.2 Acompañamiento pedagógico

Procesos sistemáticos de observación, retroalimentación y diálogo entre docentes y asesores pedagógicos. Este modelo permite identificar necesidades formativas, fortalecer competencias emocionales y promover una cultura de mejora con base en la confianza y el respeto profesional.

4.6.3.3 Formación en servicio

Cursos, talleres y diplomados ofrecidos por universidades, ministerios o instituciones especializadas, dirigidos a docentes en ejercicio. Su eficacia depende del grado de contextualización, la participación activa del profesorado y la posibilidad de aplicar lo aprendido en su práctica cotidiana.

4.6.3.4 Investigación-acción

Metodología en la que el docente se convierte en investigador de su propia práctica, identificando problemas pedagógicos, diseñando intervenciones, implementándolas y evaluando sus resultados. Este enfoque promueve la autorreflexión crítica, el empoderamiento profesional y la transformación de la enseñanza desde una perspectiva emocional y ética.

4.6.4 Obstáculos estructurales y culturales

La implementación efectiva de la formación continua con enfoque emocional enfrenta diversos obstáculos, entre los que se destacan:

- **Limitaciones de tiempo:** la sobrecarga laboral y la rigidez de los horarios escolares dificultan la participación sostenida del profesorado.
- **Falta de reconocimiento institucional:** en muchos casos, las actividades formativas no son valoradas ni recompensadas en términos de carrera profesional o condiciones laborales.
- **Enfoques descontextualizados:** la oferta formativa muchas veces responde a modelos estandarizados, sin considerar las realidades locales, las trayectorias docentes o las necesidades emocionales del profesorado.
- **Resistencias culturales:** algunos docentes pueden percibir la dimensión emocional como “blanda” o poco relevante para la enseñanza de ciencias, lo que requiere un trabajo formativo profundo para resignificar su valor pedagógico.

Superar estos obstáculos exige políticas públicas integrales, compromiso institucional y una cultura profesional que valore la formación continua como un proceso vital y transformador.

4.6.5 Ejemplos de buenas prácticas y experiencias inspiradoras

Diversas experiencias en América Latina y en Ecuador han demostrado que es posible desarrollar propuestas de formación continua que integren emoción y ciencia de manera efectiva. Entre ellas destacan:

- Proyectos de acompañamiento docente en zonas rurales donde se articulan saberes ancestrales, emoción y pensamiento científico.
- Diplomados universitarios en educación emocional y neuroeducación para docentes de nivel medio.
- Redes docentes autoorganizadas que comparten recursos, estrategias y reflexiones sobre prácticas pedagógicas con enfoque emocional.
- Programas ministeriales de fortalecimiento de capacidades docentes con inclusión de módulos sobre bienestar emocional y cuidado colectivo.

Estas experiencias deben ser sistematizadas, evaluadas y difundidas como parte de una estrategia de fortalecimiento de las políticas públicas educativas.

4.7 Experiencias formativas innovadoras en Ecuador: avances y desafíos

El desarrollo e implementación de experiencias formativas innovadoras en Ecuador dirigidas al profesorado de ciencias reflejan un avance progresivo hacia modelos pedagógicos más integrales, que consideran las emociones como parte fundamental del proceso educativo. En un contexto marcado por desafíos estructurales y diversidad cultural, algunas iniciativas han logrado articular la dimensión científica con la emocional, fortaleciendo así la práctica docente y promoviendo transformaciones significativas en la enseñanza de las ciencias.

4.7.1 Contexto nacional de la formación docente en ciencias

La formación del profesorado en Ecuador ha sido objeto de diversas reformas durante las últimas décadas, orientadas a elevar la calidad educativa y responder a los estándares regionales e internacionales. A pesar de estos esfuerzos, persisten limitaciones relacionadas con la formación disciplinar insuficiente, la escasa articulación entre teoría y práctica y, particularmente, la débil inclusión de aspectos emocionales en los programas de formación docente en ciencias.



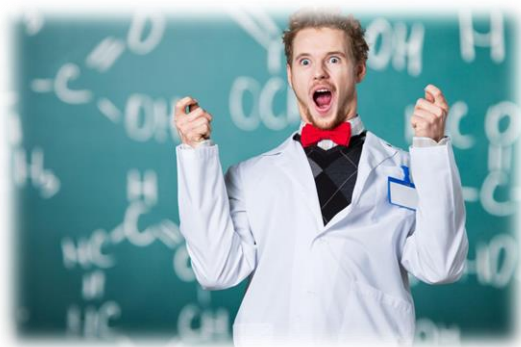
Frente a este escenario, varias universidades, organizaciones no gubernamentales, redes docentes y programas ministeriales han impulsado experiencias que integran la dimensión emocional como un componente clave de la actualización y profesionalización docente, con resultados promisorios pero todavía limitados en alcance y sistematización.

4.7.2 Diplomados y programas universitarios con enfoque emocional

Algunas instituciones de educación superior han comenzado a ofrecer diplomados y programas de formación continua que incluyen contenidos sobre neuroeducación, educación emocional y estrategias didácticas innovadoras. Estos programas suelen abordar:

- Fundamentos de la inteligencia emocional aplicada a la enseñanza.
- Herramientas para el diseño de aulas emocionalmente positivas.
- Didácticas interactivas y multisensoriales en la enseñanza de las ciencias.
- Reflexión ética y emocional sobre el rol docente.

Aunque estas propuestas no están dirigidas exclusivamente al área de ciencias, muchas de ellas incorporan experiencias prácticas contextualizadas que permiten a los y las docentes aplicar los aprendizajes a sus propias asignaturas. La valoración del profesorado que ha participado en estos programas suele ser alta, destacándose el impacto positivo en la motivación, la empatía y el manejo de aula.



4.7.3 Proyectos institucionales de formación y acompañamiento docente

En algunas instituciones educativas, especialmente en sectores urbanos y periurbanos, se han desarrollado proyectos institucionales de acompañamiento docente que incorporan el componente emocional como eje transversal. Estos proyectos incluyen:

- Círculos de diálogo entre docentes para compartir experiencias emocionales en la práctica educativa.
- Observación de clases centrada en el clima emocional y el vínculo pedagógico.
- Programas de tutoría emocional para docentes noveles.
- Intervenciones interdisciplinarias con psicólogos educativos y orientadores.

Estas estrategias, cuando son sostenidas y apoyadas por la gestión institucional, contribuyen a reducir el desgaste emocional del profesorado, mejorar la cohesión del equipo docente y aumentar la sensibilidad frente a las necesidades afectivas del estudiantado.

4.7.4 Iniciativas comunitarias y redes docentes autoorganizadas

Un fenómeno creciente en Ecuador es la autoorganización de redes docentes que, sin depender directamente de instancias oficiales, impulsan espacios formativos horizontales, colaborativos y emocionalmente significativos. Estas redes suelen operar de manera virtual y presencial, y promueven:

- Intercambio de estrategias pedagógicas con enfoque emocional.
- Espacios de contención emocional y autocuidado docente.

- Sistematización de buenas prácticas en la enseñanza de las ciencias.
- Reflexión crítica sobre el impacto emocional de las políticas educativas.

Estas iniciativas permiten construir una identidad profesional más sólida y afectiva, basada en la confianza, el reconocimiento mutuo y la formación entre pares. Representan un modelo alternativo de desarrollo profesional con un fuerte potencial transformador.

4.7.5 Experiencias interculturales en contextos rurales

En zonas rurales e interculturales del país, algunas experiencias formativas han logrado integrar el conocimiento científico con los saberes ancestrales y las prácticas culturales locales, a través de una pedagogía afectiva y contextualizada. Estas experiencias incluyen:

- Proyectos de aula sobre plantas medicinales que combinan ciencia, emoción y cultura.
- Talleres de formación docente sobre cosmovisiones andinas y amazónicas en diálogo con la ciencia moderna.
- Uso de la lengua originaria como vehículo emocional en la enseñanza de contenidos científicos.

Estas prácticas no solo fortalecen el aprendizaje del estudiantado, sino que dignifican la tarea docente, fomentan el orgullo cultural y promueven una educación científica plural, emocional y éticamente comprometida con el territorio.

4.7.6 Obstáculos comunes y desafíos pendientes

A pesar de los avances, estas experiencias enfrentan múltiples desafíos que dificultan su consolidación y expansión:

- Falta de políticas públicas que reconozcan e institucionalicen la formación docente con enfoque emocional.
- Escasos recursos para replicar estas experiencias en zonas con menor acceso a oportunidades formativas.
- Resistencia cultural dentro del propio cuerpo docente, debido a concepciones tradicionales sobre la enseñanza de las ciencias como una disciplina neutral y puramente cognitiva.
- Ausencia de evaluaciones sistemáticas que permitan medir el impacto emocional de estas propuestas en la práctica docente y en los aprendizajes del estudiantado.

Superar estos desafíos exige un trabajo articulado entre actores institucionales, académicos y comunitarios, así como un cambio cultural que revalorice las emociones en el campo educativo.



CAPÍTULO 5

PROPUESTAS DIDÁCTICAS Y EVALUATIVAS PARA UNA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EMOCIONAL



Capítulo 5: Propuestas Didácticas y Evaluativas para una Educación Científica Emocional

La concreción de una educación científica emocional en el aula requiere no solo de fundamentos teóricos robustos y de un perfil docente emocionalmente competente, sino también de propuestas didácticas y evaluativas concretas que materialicen esta visión en la práctica cotidiana. En este contexto, el presente capítulo se dedica a la formulación y análisis de estrategias pedagógicas y evaluativas que integran la dimensión emocional al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales. Su objetivo es aportar herramientas metodológicas que permitan articular el pensamiento crítico, la alfabetización científica y la educación emocional de forma sinérgica, contextualizada y transformadora.

A lo largo del trabajo se ha argumentado que la enseñanza de las ciencias no puede reducirse a la transmisión de conceptos o a la ejercitación de procedimientos estandarizados. Por el contrario, exige una reconstrucción profunda de las prácticas educativas, que reconozca a las emociones como parte constitutiva del aprendizaje, que valore la experiencia subjetiva del estudiantado y que promueva una relación ética, afectiva y crítica con el conocimiento científico (Zembylas, 2007; Harlen & Qualter, 2018). Este enfoque demanda propuestas pedagógicas que activen la curiosidad, movilicen el asombro, fomenten la empatía, impulsen la reflexión ética y fortalezcan la capacidad de tomar decisiones informadas desde una perspectiva emocionalmente inteligente.

5.1 Diseño de secuencias didácticas con enfoque emocional

La planificación didáctica es una herramienta fundamental para garantizar procesos de enseñanza y aprendizaje coherentes, estructurados y significativos. En el marco de una educación científica emocional, el diseño de secuencias didácticas adquiere una dimensión aún más compleja y transformadora, ya que no solo debe organizar contenidos y actividades, sino también prever los climas emocionales, las oportunidades para la expresión afectiva y los momentos de conexión ética y personal con el conocimiento.

5.1.1 Fundamentos del diseño didáctico con enfoque emocional

En términos generales, una secuencia didáctica es un conjunto organizado de actividades de enseñanza y aprendizaje orientadas al logro de determinados objetivos pedagógicos (Coll, 1991). En el caso de las ciencias naturales, estas actividades suelen estructurarse en torno a conceptos clave, habilidades científicas y procesos de pensamiento crítico. Sin embargo, desde el enfoque de la educación científica emocional, es necesario agregar una capa adicional de complejidad: la intencionalidad emocional.

Esto significa que el diseño didáctico no puede ser neutro ni exclusivamente cognitivo. Debe considerar las emociones que el contenido puede generar, las condiciones afectivas del grupo, las oportunidades para experimentar emociones epistémicas (curiosidad, sorpresa, frustración, admiración), y los modos en que el conocimiento se relaciona con las vivencias, valores y preocupaciones del estudiantado (Immordino-Yang & Damasio, 2007; Zembylas, 2005).

5.1.2 Principios pedagógicos del diseño emocionalmente consciente

El diseño de una secuencia didáctica con enfoque emocional se basa en una serie de principios pedagógicos que orientan tanto la selección de contenidos como la propuesta de actividades:

- **Pertinencia emocional:** los contenidos deben estar vinculados con situaciones significativas para el estudiantado, apelando a sus intereses, contextos y afectos.
- **Diversidad de experiencias:** se deben incluir actividades que activen distintos tipos de emociones, desde la curiosidad intelectual hasta la reflexión ética o la empatía social.
- **Ambientes de aprendizaje positivos:** las secuencias deben favorecer un clima emocional seguro, respetuoso, estimulante y abierto al diálogo.
- **Participación activa y expresiva:** se deben generar espacios donde los y las estudiantes puedan expresar sus emociones, compartir sus ideas y construir colectivamente significados.
- **Reflexividad y metacognición emocional:** las actividades deben permitir al estudiantado pensar sobre cómo se sienten al aprender, cómo influyen sus emociones en el proceso cognitivo y cómo pueden regularlas de manera constructiva.

Estos principios no sustituyen a los criterios tradicionales de la didáctica, sino que los enriquecen con una dimensión afectiva indispensable para el aprendizaje profundo.

5.1.3 Componentes de una secuencia didáctica con enfoque emocional

Una secuencia didáctica emocionalmente consciente incluye, además de los componentes habituales (objetivos, contenidos, actividades, evaluación), los siguientes elementos:

5.1.3.1 Clima emocional esperado

Describir las emociones que se espera activar en cada etapa de la secuencia, así como las estrategias para promoverlas o regularlas. Por ejemplo, al iniciar una unidad sobre el sistema solar, se puede buscar activar la admiración y el asombro mediante imágenes de galaxias o videos de exploración espacial.

5.1.3.2 Momentos de conexión personal

Incluir actividades donde el estudiantado pueda vincular el contenido científico con sus experiencias, emociones o valores. Por ejemplo, en una clase sobre células y tejidos, se puede invitar a compartir historias familiares relacionadas con enfermedades y cuidados de salud, promoviendo la empatía y la conciencia corporal.

5.1.3.3 Espacios de expresión emocional

Planificar momentos donde se pueda hablar de emociones, ya sea en pequeños grupos, mediante escritos reflexivos, dibujos o dramatizaciones. Estas expresiones deben ser voluntarias, respetadas y cuidadosamente acompañadas por el docente.

5.1.3.4 Evaluación afectiva del proceso

Incluir instancias donde se recoja información sobre cómo se sintieron los y las estudiantes a lo largo de la secuencia, qué les resultó significativo, qué emociones favorecieron o dificultaron su aprendizaje, y cómo podrían mejorar su autorregulación emocional en futuras experiencias.



5.1.4 Ejemplo estructurado de secuencia didáctica con enfoque emocional

A continuación, se presenta un esquema sintético de una secuencia didáctica sobre el tema de la contaminación del agua, con enfoque emocional:

- **Tema:** Contaminación del agua y su impacto en la salud y el ambiente.
- **Objetivos cognitivos:** Comprender los procesos de contaminación, identificar causas y consecuencias, proponer soluciones científicas.
- **Objetivos emocionales:** Desarrollar empatía hacia comunidades afectadas, experimentar indignación ética, motivar acciones responsables.
- **Actividades:**
 - Visualización de testimonios sobre falta de acceso a agua limpia.
 - Lectura y análisis de un estudio de caso local.
 - Debate en grupos sobre justicia ambiental.
 - Diseño de una campaña de sensibilización.
- **Evaluación:**
 - Rúbrica de pensamiento crítico.
 - Diario reflexivo con autoevaluación emocional.
 - Presentación final con criterios cognitivos y afectivos.

Este tipo de secuencia permite integrar contenidos científicos, habilidades de pensamiento crítico y competencias emocionales, promoviendo un aprendizaje más integral, ético y situado.

5.1.5 Relevancia para el contexto ecuatoriano

En ofrece múltiples oportunidades para diseñar secuencias didácticas con alto valor emocional. Temas como la biodiversidad, el uso de recursos naturales, las prácticas agrícolas tradicionales, la cosmovisión indígena sobre la naturaleza o la gestión del agua son particularmente propicios para vincular ciencia, emoción y ciudadanía.

Además, en contextos de alta vulnerabilidad social, las secuencias didácticas con enfoque emocional pueden actuar como herramientas de inclusión, contención y empoderamiento, al reconocer las emociones del estudiantado, validar sus experiencias y ofrecerles una voz activa en el proceso educativo.



5.1.6 Desafíos y recomendaciones para el profesorado

Diseñar secuencias didácticas con enfoque emocional implica superar una serie de desafíos pedagógicos y culturales:

- Resistencia a trabajar con emociones en clase, por considerar que “distraen” del contenido.
- Falta de formación docente en competencias emocionales y planificación afectiva.
- Dificultad para evaluar aspectos emocionales de manera ética y rigurosa.
- Riesgo de activar emociones difíciles sin acompañamiento adecuado.

Ante estos desafíos, se recomienda:

- Formarse en educación emocional y neuroeducación.
- Trabajar en equipos interdisciplinarios para diseñar y reflexionar sobre las secuencias.
- Empezar con pequeños ajustes e ir ampliando gradualmente la integración emocional.
- Promover una cultura institucional que valore la dimensión afectiva del aprendizaje.

5.2 La narrativa como herramienta emocional en la enseñanza de las ciencias

El uso de la narrativa en la enseñanza de las ciencias ha cobrado una creciente relevancia en las últimas décadas, no solo como estrategia didáctica para facilitar la comprensión de conceptos complejos, sino también como una herramienta poderosa para conectar emocionalmente al estudiantado con el conocimiento científico. En el marco de una educación científica emocional, la narrativa se presenta como un puente entre lo cognitivo y lo afectivo, entre los datos y los valores, entre los conceptos abstractos y las experiencias concretas de la vida cotidiana.

5.2.1 Fundamentos teóricos del enfoque narrativo

La narrativa es una forma universal de organizar la experiencia humana y de construir sentido sobre el mundo. Desde una perspectiva psicológica y educativa, Bruner (1990) plantea que las personas interpretan la realidad a través de dos modos complementarios de pensamiento: el lógico-paradigmático y el narrativo. Mientras el primero se centra en la argumentación formal, el segundo permite integrar emociones, valores y contextos sociales mediante el relato.

En el ámbito de las ciencias, el pensamiento narrativo ha sido tradicionalmente marginado en favor de modelos expositivos, deductivos y despersonalizados. Sin embargo, estudios contemporáneos en didáctica de las ciencias han demostrado que la inclusión de historias, metáforas y relatos personales favorece la motivación, la comprensión profunda y la retención del conocimiento (Avraamidou, 2012; Klassen, 2010).

Desde el enfoque de la educación científica emocional, la narrativa cumple una doble función: por un lado, permite representar el conocimiento científico de manera accesible y significativa; por otro, actúa como vehículo de emociones que activan la atención, la empatía, la curiosidad y la reflexión ética.

5.2.2 Modalidades de narrativa aplicables en el aula de ciencias

El recurso narrativo puede adoptar diversas formas en la práctica pedagógica, cada una con sus particularidades metodológicas y su potencial afectivo:

5.2.2.1 Relatos científicos históricos

Se trata de narraciones que reconstruyen episodios relevantes de la historia de la ciencia, incluyendo descubrimientos, debates, conflictos y transformaciones paradigmáticas. Estas historias permiten humanizar el conocimiento científico, al mostrar a los científicos como personas con emociones, dilemas y pasiones. Por ejemplo, contar la historia de Rosalind Franklin en la investigación del ADN puede despertar interés, cuestionamientos de género y empatía.

5.2.2.2 Biografías de científicos y científicas

Presentar la vida de figuras relevantes en la ciencia —con sus logros, fracasos y contextos personales— permite al estudiantado identificarse, comprender la dimensión social de la ciencia y vincularse emocionalmente con su legado. Biografías como las de Marie Curie, Stephen Hawking o Neil deGrasse Tyson pueden generar admiración, inspiración y cuestionamiento.

5.2.2.3 Narrativas ético-científicas

Se basan en dilemas morales vinculados a decisiones científicas, tecnológicas o ambientales. Por ejemplo, narrar los impactos del desarrollo de la energía nuclear o las decisiones de políticas públicas frente a pandemias abre espacios para el pensamiento crítico y la deliberación emocionalmente comprometida.

5.2.2.4 Relatos personales del estudiantado

Incluir experiencias propias del alumnado vinculadas a temas científicos (enfermedades familiares, experiencias con la naturaleza, uso de tecnologías, etc.) permite resignificar el contenido desde una perspectiva emocional y situada. Este tipo de narrativa fortalece la autoestima, la empatía entre pares y el sentido del aprendizaje.

5.2.2.5 Creación de cuentos o dramatizaciones

Proponer la invención de historias, guiones, obras de teatro o cómics sobre temas científicos estimula la creatividad, la comprensión profunda y la expresión emocional del conocimiento. Además, permite integrar competencias lingüísticas, artísticas y científicas de forma interdisciplinaria.



5.2.3 Beneficios pedagógicos y emocionales de la narrativa en ciencias

La inclusión sistemática de la narrativa en la enseñanza de las ciencias ofrece múltiples beneficios:

- **Favorece la comprensión significativa**, al contextualizar los conceptos en situaciones humanas concretas.
- **Activa emociones epistémicas** como la curiosidad, la admiración y la sorpresa, que facilitan la atención y la motivación intrínseca (Pekrun et al., 2002).
- **Desarrolla la empatía**, al permitir que el estudiantado se conecte con las experiencias de otros sujetos.
- **Estimula la reflexión ética**, al problematizar las consecuencias sociales, ambientales o culturales de la ciencia.
- **Promueve la expresión emocional**, facilitando que los y las estudiantes compartan cómo se sienten en relación con los temas abordados.
- **Contribuye a la formación de la identidad científica**, especialmente cuando el estudiantado puede verse representado en las historias.

5.2.4 Consideraciones didácticas para una implementación efectiva

Para que la narrativa cumpla su función pedagógica y emocional, su implementación debe responder a ciertos criterios de calidad y pertinencia:

- **Autenticidad:** los relatos deben estar basados en hechos reales o verosímiles, evitando la idealización o el sensacionalismo.
- **Contextualización:** las historias deben ser relevantes para el grupo, conectarse con su entorno y sus intereses.
- **Diversidad:** es importante incluir relatos de mujeres, pueblos originarios, científicos de distintos orígenes y saberes locales, para fomentar la inclusión y la justicia epistémica.
- **Integración curricular:** la narrativa no debe ser un recurso anecdótico, sino estar integrada en los objetivos, contenidos y evaluaciones del curso.
- **Acompañamiento emocional:** el docente debe estar preparado para gestionar las emociones que emergen, crear un ambiente de respeto y promover la reflexión colectiva.

5.2.5 Aplicaciones en el contexto ecuatoriano

En Ecuador, la narrativa puede jugar un rol especialmente relevante en la enseñanza de las ciencias, considerando la riqueza cultural, histórica y ecológica del país. Relatos sobre la biodiversidad amazónica, la cosmovisión andina, la medicina ancestral, o las problemáticas ambientales locales permiten vincular la ciencia con los saberes y emociones del estudiantado, promoviendo una educación más situada, inclusiva y emocionalmente significativa.

Por ejemplo, trabajar en clase la historia de Yasuní no solo permite abordar contenidos sobre ecología y sostenibilidad, sino también movilizar emociones como la indignación ética, la compasión ambiental y el sentido de responsabilidad intergeneracional.

5.3 Metodologías activas con énfasis emocional: proyectos, indagación y simulación

La incorporación de metodologías activas en la enseñanza de las ciencias representa una de las estrategias más eficaces para vincular el conocimiento científico con la experiencia emocional del estudiantado. Desde la perspectiva de la educación científica emocional, estas metodologías no solo facilitan el aprendizaje cognitivo, sino que también promueven la construcción de significados personales, la regulación afectiva y la participación crítica en contextos sociales.



5.3.1 Aprendizaje basado en proyectos: sentido, colaboración y compromiso

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología centrada en la resolución de problemas reales o significativos, mediante el diseño y desarrollo de productos concretos, en un proceso que integra investigación, planificación, acción y evaluación. Desde una perspectiva emocional, el ABP ofrece un marco privilegiado para el aprendizaje significativo, ya que parte de intereses auténticos del estudiantado y promueve la conexión entre ciencia, contexto y vida personal.

5.3.1.1 Emociones epistémicas y motivación intrínseca

Uno de los principales aportes del ABP al enfoque emocional es la activación de emociones epistémicas como la curiosidad, la sorpresa, la duda o la satisfacción por el logro. Estas emociones potencian la motivación intrínseca, elemento clave para el aprendizaje autorregulado y el pensamiento crítico (Pekrun, 2006). La implicación afectiva en los proyectos estimula el deseo de investigar, resolver y comunicar, generando un vínculo profundo con el saber.

5.3.1.2 Vínculo social y desarrollo empático

El trabajo en proyectos promueve la colaboración, el diálogo y la construcción colectiva del conocimiento. Estas dinámicas favorecen la empatía, la responsabilidad compartida y la autorregulación emocional ante conflictos o diferencias. Además, cuando los proyectos abordan problemáticas sociales o ambientales (como la contaminación, el cambio climático o la salud pública), se despiertan emociones éticas que movilizan el compromiso y la ciudadanía activa.

5.3.1.3 Ejemplo aplicado

Un proyecto sobre “Ciencia y alimentación saludable” puede integrar contenidos de biología y química con actividades como análisis de etiquetas nutricionales, encuestas sobre hábitos alimenticios o diseño de campañas escolares. Este tipo de proyecto permite al estudiantado comprender los conceptos desde su experiencia cotidiana, al tiempo que desarrolla empatía, sentido crítico y responsabilidad personal.

5.3.2 Indagación científica: experiencia, exploración y regulación emocional

La indagación científica es una metodología que reproduce el modo de trabajo de la ciencia, mediante la formulación de preguntas, la recolección de datos, la experimentación y la argumentación. Este enfoque fortalece la autonomía intelectual del estudiantado y, desde la perspectiva emocional, le permite enfrentarse a la incertidumbre, tolerar la frustración, valorar el error y experimentar la satisfacción del descubrimiento.

5.3.2.1 Emoción como motor de la indagación

El proceso de indagación despierta emociones como el asombro, el interés, la duda o el desconcierto, que son fundamentales para activar el pensamiento crítico. Estas emociones no son incidentales, sino que forman parte del proceso epistémico y deben ser reconocidas y gestionadas pedagógicamente por el docente.

5.3.2.2 Frustración y resiliencia

Dado que la indagación implica procesos abiertos, resultados inesperados y errores, también genera emociones desafiantes como la frustración o la ansiedad. Estas emociones, bien acompañadas, permiten desarrollar resiliencia, perseverancia y tolerancia a la ambigüedad, cualidades esenciales para la alfabetización científica crítica.

5.3.2.3 Ejemplo aplicado

Una indagación sobre la calidad del aire en diferentes zonas de la ciudad permite al estudiantado aplicar conocimientos científicos, utilizar instrumentos de medición, interpretar datos y comunicar resultados. Este proceso activa emociones epistémicas y éticas al vincular el conocimiento con el cuidado de la salud y del ambiente.

5.3.3 Simulación: dramatización, conflicto ético y conciencia crítica

La simulación es una estrategia metodológica que consiste en representar situaciones complejas mediante la asunción de roles, el uso de escenarios ficticios o la recreación de procesos reales. Esta metodología permite explorar la dimensión ética y social de la ciencia, promoviendo la toma de decisiones.

5.3.3.1 Rol de la dramatización en la alfabetización emocional

La representación de roles científicos (investigadores, técnicos, pacientes, ciudadanos) permite al estudiantado vivenciar perspectivas diversas, activar emociones empáticas y explorar dilemas éticos. Esta dramatización no solo enriquece la comprensión conceptual, sino que también fortalece la inteligencia emocional y moral.

5.3.3.2 Simulación de controversias socio-científicas

Escenarios de debate sobre temas como la energía nuclear, la vacunación obligatoria o los transgénicos permiten al estudiantado asumir posiciones informadas, expresar emociones éticas y argumentar respetuosamente. Estas prácticas contribuyen al desarrollo del juicio, la apertura mental y la ciudadanía responsable.

5.3.3.3 Ejemplo aplicado

Una simulación sobre un comité científico que debe decidir si se aprueba un nuevo medicamento permite integrar conocimientos de biología, química y ética, al tiempo que activa emociones como la duda, la compasión, el conflicto o el compromiso. La experiencia se vuelve emocionalmente significativa y epistemológicamente rica.

5.3.4 Condiciones pedagógicas para la implementación efectiva

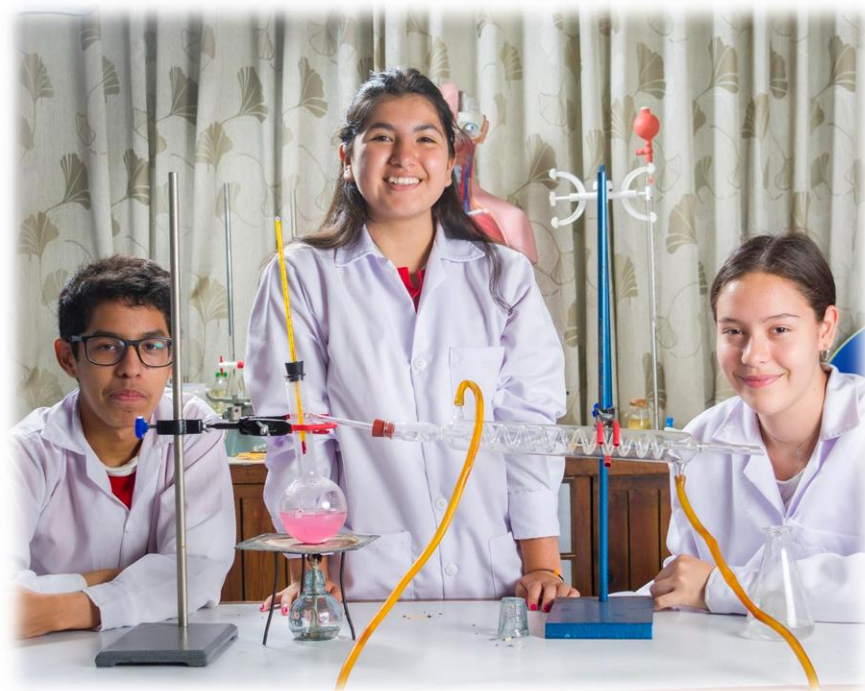
Para que estas metodologías sean emocionalmente significativas y cognitivamente potentes, se requiere una planificación cuidadosa y una postura docente sensible:

- Crear un clima emocional seguro, que habilite la participación y la expresión.
- Establecer normas de convivencia basadas en el respeto, la escucha activa y la cooperación.
- Acompañar emocionalmente los momentos de mayor desafío, como el error, el conflicto o la evaluación.
- Favorecer la autorreflexión emocional del estudiantado a través de preguntas, diarios, debates o rúbricas afectivas.

Además, el docente debe estar atento a la diversidad emocional y cultural del grupo, adaptando las metodologías a los contextos específicos y a las necesidades del estudiantado.

5.3.5 Relevancia en el contexto ecuatoriano

En el contexto ecuatoriano, caracterizado por su diversidad territorial, ecológica y cultural, las metodologías activas con enfoque emocional pueden favorecer el aprendizaje situado, inclusivo y transformador. Proyectos sobre recursos naturales, indagaciones en comunidades locales, o simulaciones de conflictos socioambientales permiten integrar saberes ancestrales, valores comunitarios y desafíos contemporáneos, fortaleciendo el vínculo entre ciencia, emoción y territorio.



5.4 Recursos didácticos multisensoriales y expresivos en la enseñanza emocional de las ciencias

La selección y el uso de recursos didácticos constituye un componente esencial en cualquier proceso educativo. Sin embargo, en el marco de una educación científica emocional, estos materiales adquieren una dimensión ampliada: no solo deben facilitar la comprensión de los contenidos científicos, sino también activar, canalizar y resignificar emociones que potencien el aprendizaje significativo. En este sentido, los recursos multisensoriales y expresivos ofrecen oportunidades únicas para vincular la ciencia con las emociones, generando experiencias estéticas, corporales y simbólicas que enriquecen el acto educativo.

5.4.1 Fundamentos del enfoque multisensorial y expresivo

La perspectiva multisensorial parte del reconocimiento de que el aprendizaje humano es un proceso complejo que involucra múltiples canales sensoriales: visual, auditivo, táctil, olfativo y kinestésico. Cuando más sentidos se involucran, mayores son las probabilidades de que el aprendizaje sea duradero, significativo y emocionalmente impactante (Gardner, 1993; Jensen, 2000).

Desde el punto de vista emocional, los estímulos sensoriales pueden evocar memorias, activar respuestas afectivas y facilitar la conexión con el contenido desde una perspectiva más humana y encarnada. Asimismo, los recursos expresivos —como la música, el arte, la escritura creativa o el cuerpo en movimiento— permiten al estudiantado representar y compartir su vivencia emocional del conocimiento, dando lugar a la integración cognitivo-afectiva del aprendizaje.

5.4.2 Criterios para la selección de recursos multisensoriales en ciencias

Para que los recursos multisensoriales sean verdaderamente significativos y coherentes con la educación científica emocional, deben cumplir con ciertos criterios pedagógicos y éticos:

- **Pertinencia curricular:** deben estar alineados con los objetivos y contenidos del área de ciencias.
- **Valor emocional:** deben ser capaces de activar emociones positivas (curiosidad, asombro, empatía) y permitir la expresión de emociones complejas.
- **Accesibilidad:** deben ser inclusivos, adaptables a distintos estilos de aprendizaje y condiciones materiales.
- **Contextualización:** deben tener sentido en el entorno cultural, geográfico y social del estudiantado.
- **Seguridad emocional:** no deben generar experiencias de sobrecarga sensorial o malestar no acompañado.

5.4.3 Tipología de recursos multisensoriales y expresivos

Los recursos pueden clasificarse en distintas categorías, según el sentido predominante que activan o el tipo de experiencia emocional que generan. A continuación, se describen algunos de los más relevantes para la enseñanza de las ciencias.

5.4.3.1 Recursos visuales

- **Imágenes impactantes** de fenómenos naturales, catástrofes ecológicas, estructuras microscópicas o astrofísicas.
- **Videos documentales** o animaciones que narran procesos científicos con estética y narrativa envolvente.

- **Modelos tridimensionales** que permiten visualizar estructuras complejas (moléculas, células, ecosistemas).

Estos recursos pueden provocar asombro, belleza, indignación o inquietud, generando preguntas y deseos de saber más.

5.4.3.2 Recursos auditivos

- **Fragmentos musicales** que acompañen la narración de temas científicos (por ejemplo, música clásica durante una presentación sobre el universo).
- **Podcasts o relatos orales** que cuenten historias de científicos o controversias científicas.
- **Sonidos naturales** (agua, viento, canto de aves) para temas de ecología o biodiversidad.

El sonido conecta directamente con las emociones, facilita la evocación y contribuye a la construcción de climas afectivos.

5.4.3.3 Recursos táctiles y manipulativos

- **Materiales de laboratorio** que permitan experimentar con las manos.
- **Texturas y objetos naturales** (minerales, hojas, fósiles).
- **Construcción de maquetas o modelos con materiales reciclados.**

El contacto físico con el objeto de estudio activa la emoción mediante la exploración y la apropiación concreta del conocimiento.

5.4.3.4 Recursos kinestésicos y corporales

- **Juegos de rol**, dramatizaciones o simulaciones científicas.
- **Danzas o movimientos que representen procesos (como la fotosíntesis o la circulación sanguínea).**
- **Actividades al aire libre**, excursiones o caminatas científicas.

El movimiento permite vivenciar el conocimiento, activar la memoria corporal y fortalecer la integración emoción-concepto.

5.4.3.5 Recursos expresivos y simbólicos

- **Dibujos o pinturas** sobre emociones vinculadas al aprendizaje.
- **Cartas escritas a un científico o a un ser vivo en peligro.**
- **Creación de cuentos, poemas o cómics científicos.**

Estos recursos permiten expresar subjetividades, construir significados personales y desarrollar la alfabetización emocional en el discurso científico.

5.4.4 Ejemplos de aplicación en el aula de ciencias

La integración de estos recursos puede realizarse de manera transversal o en actividades específicas. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

- En una unidad sobre biodiversidad, se puede iniciar la clase con sonidos de la selva amazónica, mostrar imágenes de especies en peligro y luego invitar al estudiantado a escribir una carta desde la perspectiva de un animal afectado por la deforestación.

- En un proyecto sobre nutrición, se pueden manipular alimentos reales, comparar etiquetas, elaborar una tabla sensorial (sabores, colores, texturas) y representar gráficamente los efectos del consumo de ciertos productos.
- Al estudiar astronomía, se puede combinar la visualización de videos de galaxias con una narración musicalizada, seguida de la creación de relatos de ficción que reflejen las emociones que el universo genera en cada estudiante.

Estas actividades no solo enriquecen la comprensión científica, sino que permiten que el conocimiento sea vivido, sentido y apropiado de forma profunda.

5.4.5 Aportes al pensamiento crítico y la alfabetización emocional

El uso de recursos multisensoriales y expresivos no se limita a la motivación inicial o a la ilustración de contenidos. También contribuye a desarrollar competencias críticas y emocionales:

- **Fomenta el cuestionamiento** de lo que se observa, se siente y se representa.
- **Promueve la empatía** hacia sujetos humanos y no humanos involucrados en fenómenos científicos.
- **Facilita el reconocimiento y regulación emocional**, al permitir nombrar, compartir y resignificar lo que se vive en el proceso de aprendizaje.
- **Fortalece la creatividad y la capacidad simbólica**, esenciales para la comprensión crítica de la ciencia como construcción cultural.

5.4.6 Consideraciones para el contexto ecuatoriano

En el contexto educativo ecuatoriano, caracterizado por una amplia diversidad cultural y geográfica, el uso de recursos multisensoriales puede ser especialmente eficaz para integrar saberes ancestrales, realidades locales y problemáticas socioambientales relevantes. Por ejemplo, utilizar plantas medicinales andinas en clases de biología, representar rituales indígenas relacionados con los ciclos de la naturaleza, o dramatizar conflictos por el uso del agua en zonas rurales son formas de articular emoción, ciencia y territorio.

Asimismo, el uso de materiales reciclables, instrumentos artesanales o saberes comunitarios como recursos didácticos favorece la inclusión, la creatividad y el reconocimiento del conocimiento situado como válido y valioso.



5.5 Evaluación formativa con enfoque emocional: estrategias e instrumentos

En el marco de una educación científica emocional, la evaluación adquiere un papel transformador que va más allá de la medición de resultados cognitivos. Evaluar, desde esta perspectiva, implica comprender el aprendizaje como un proceso integral que involucra tanto el desarrollo de competencias científicas como la vivencia y expresión de emociones. La evaluación formativa con enfoque emocional se orienta a acompañar, retroalimentar y potenciar este proceso, mediante estrategias e instrumentos que reconozcan al estudiantado como sujetos emocionales, activos y reflexivos.

5.5.1 Fundamentos de la evaluación formativa con enfoque emocional

La evaluación formativa es entendida como un proceso continuo, contextualizado e intencionado, orientado a mejorar el aprendizaje a través de la retroalimentación y la toma de decisiones pedagógicas oportunas (Black & Wiliam, 1998). En una perspectiva emocional, este tipo de evaluación no solo atiende al "qué" se aprende, sino también al "cómo" se vive ese aprendizaje, integrando aspectos como la motivación, la autorregulación afectiva, la autoestima académica y la expresión emocional.

Integrar la emoción en la evaluación supone reconocer que los procesos evaluativos generan, en sí mismos, emociones significativas —como ansiedad, temor, orgullo, frustración o satisfacción— y que estas influyen directamente en la disposición a aprender, la perseverancia y la imagen que el estudiantado construye de sí mismo como sujeto epistémico.

5.5.2 Principios orientadores

Para ser coherente con una educación científica emocional, la evaluación formativa debe sustentarse en los siguientes principios:

- **Centralidad del proceso:** valorar el recorrido del aprendizaje, no solo el resultado final.
- **Escucha activa:** considerar las percepciones, emociones y valoraciones del estudiantado.
- **Retroalimentación empática y constructiva:** brindar devoluciones claras, respetuosas y orientadas al crecimiento.
- **Diversificación de instrumentos:** emplear estrategias variadas que reconozcan múltiples formas de expresión y comprensión.
- **Autovaloración y metacognición:** fomentar la reflexión crítica del propio aprendizaje y sus implicaciones afectivas.

5.5.3 Estrategias de evaluación formativa con dimensión emocional

Diversas estrategias pueden ser implementadas para evaluar los aprendizajes científicos desde una mirada emocionalmente consciente. Entre ellas se destacan:

5.5.3.1 Observación participativa

El registro sistemático de comportamientos, actitudes y expresiones emocionales durante las actividades permite identificar estados afectivos relevantes (entusiasmo, aburrimiento, ansiedad) y orientar intervenciones pedagógicas. Esta observación debe ser cualitativa, contextual y respetuosa.

5.5.3.2 Diario reflexivo

Consiste en promover la escritura periódica de reflexiones personales sobre lo aprendido y lo sentido. El diario permite al estudiantado nombrar emociones, establecer relaciones entre conceptos y vivencias, y reconocer obstáculos o avances en su aprendizaje.

Ejemplo de consigna: “Describe cómo te sentiste al realizar el experimento de fotosíntesis. ¿Qué te sorprendió? ¿Qué dudas te surgieron? ¿Cómo crees que podrías aprender mejor este tema?”.

5.5.3.3 Rúbricas integradas

Las rúbricas son instrumentos que permiten evaluar criterios previamente definidos. En el enfoque emocional, se incorporan dimensiones afectivas junto a las cognitivas, tales como:

- Interés demostrado durante la actividad.
- Participación respetuosa y empática.
- Reflexión crítica sobre el impacto social del contenido.
- Expresión emocional en productos creativos (ensayos, presentaciones, dramatizaciones).

5.5.3.4 Autoevaluación y coevaluación

Estas estrategias promueven la toma de conciencia sobre el propio proceso de aprendizaje y fortalecen la responsabilidad y el juicio crítico. Las emociones forman parte central del análisis: ¿Cómo me sentí trabajando en grupo? ¿Qué emociones dificultaron mi aprendizaje? ¿Qué momentos disfruté más y por qué?

5.5.3.5 Portafolios

El portafolio es una colección de evidencias que permite documentar el proceso de aprendizaje. En el enfoque emocional, puede incluir producciones científicas (esquemas, informes, modelos) junto a materiales expresivos (dibujos, relatos, audios) que reflejen cómo se vivió el aprendizaje.

5.5.4 Consideraciones éticas y emocionales en la práctica evaluativa

Implementar una evaluación con enfoque emocional requiere sensibilidad ética y una postura pedagógica respetuosa:

- Evitar juicios descalificadores o comparaciones que afecten la autoestima.
- Cuidar la privacidad y el consentimiento en la expresión emocional.
- Establecer un clima de aula seguro, donde el error sea visto como oportunidad de aprendizaje.
- Dialogar con el estudiantado sobre los criterios y propósitos de la evaluación.

Además, es fundamental que el profesorado reflexione sobre sus propias emociones en el acto evaluativo: ¿Cómo me siento al evaluar? ¿Qué emociones me despierta el desempeño del estudiantado? ¿Cómo manejo mi frustración, expectativa o satisfacción?

5.5.5 Relevancia en el contexto ecuatoriano

En Ecuador, donde persisten desafíos en la calidad de la evaluación educativa y una fuerte presencia de prácticas estandarizadas, la evaluación formativa con enfoque emocional representa una

alternativa humanizadora y transformadora. Su implementación puede contribuir a reducir la ansiedad evaluativa, mejorar el clima escolar, fortalecer la autoestima del estudiantado y potenciar aprendizajes más profundos y situados.

Particularmente en zonas rurales o interculturales, donde la oralidad, la corporalidad y la comunidad juegan un rol central en los procesos educativos, es necesario adaptar los instrumentos evaluativos a estas formas expresivas, reconociendo su valor pedagógico y emocional.

5.5.6 Desafíos y recomendaciones

Entre los principales desafíos se encuentran:

- La falta de formación docente en evaluación emocional.
- La presión por cumplir con formatos estandarizados y cuantitativos.
- El tiempo limitado para implementar estrategias reflexivas y cualitativas.
- La necesidad de cambiar paradigmas institucionales que asocian evaluación con control o sanción.

Ante ello, se recomienda:

- Incorporar formación en evaluación formativa y emocional en programas de desarrollo docente.
- Crear espacios de coevaluación institucional donde se compartan experiencias exitosas.
- Promover una cultura escolar basada en la confianza, la reflexión y la mejora continua.
- Sistematizar y visibilizar experiencias innovadoras de evaluación emocional en ciencias.

5.6 Instrumentos para valorar pensamiento crítico y emociones epistémicas

En el marco de una educación científica emocional, la evaluación no puede limitarse a verificar la adquisición de contenidos conceptuales. Es imperativo reconocer, valorar y promover dimensiones más amplias del aprendizaje, entre las que se destacan el pensamiento crítico y las emociones epistémicas. Estas últimas —como la curiosidad, el asombro, la admiración, la incertidumbre, la indignación ética o la satisfacción por el descubrimiento— juegan un papel fundamental en el modo en que el estudiantado se relaciona con el conocimiento científico. Evaluarlas no solo es posible, sino necesario para fomentar una educación integral, crítica y afectivamente conectada.



5.6.1 Pensamiento crítico y emociones epistémicas: una articulación necesaria

El pensamiento crítico en ciencias se refiere a la capacidad de analizar, interpretar, evaluar y argumentar información científica de forma lógica, ética y fundamentada (Facione, 1990; Paul & Elder, 2006). Incluye habilidades como identificar supuestos, inferir conclusiones, formular hipótesis, evaluar evidencias y tomar decisiones informadas.

Las emociones epistémicas, por su parte, son aquellas que se generan en contextos de aprendizaje o resolución de problemas intelectuales, y que están relacionadas con la búsqueda, construcción y validación del conocimiento (Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2012). Su presencia no es accidental: intervienen directamente en la atención, la motivación, la toma de decisiones y la metacognición, potenciando o inhibiendo el desarrollo del pensamiento crítico.

La articulación entre ambas dimensiones permite al estudiantado no solo pensar con rigor, sino también sentir con profundidad y compromiso en relación con los problemas científicos abordados.

5.6.2 Fundamentos para la evaluación de competencias críticas y emocionales

Evaluar el pensamiento crítico y las emociones epistémicas requiere instrumentos que sean:

- **Cualitativos y formativos**, más que exclusivamente cuantitativos.
- **Contextualizados**, es decir, situados en situaciones reales o simuladas que activen genuinamente la reflexión y la emoción.

- **Multimodales**, combinando el lenguaje verbal, visual, gestual o simbólico.
- **Autoevaluativos y metacognitivos**, promoviendo la toma de conciencia del propio proceso.

Estos instrumentos deben evitar la psicometrización excesiva o la simplificación de emociones complejas, priorizando una evaluación ética, inclusiva y respetuosa de la subjetividad del estudiantado.

5.6.3 Tipos de instrumentos para evaluar pensamiento crítico

5.6.3.1 Cuestionarios de dilemas científicos

Consisten en presentar al estudiantado situaciones controversiales de carácter científico o tecnológico (por ejemplo, uso de organismos genéticamente modificados, energía nuclear, vacunas obligatorias) acompañadas de preguntas abiertas que requieren tomar una posición argumentada.

Criterios de evaluación:

- Claridad en la formulación del argumento.
- Uso de evidencias científicas.
- Consideración de consecuencias éticas o sociales.
- Reconocimiento de incertidumbres o perspectivas alternativas.

5.6.3.2 Mapas conceptuales con preguntas guía

Elaborar mapas conceptuales no solo permite organizar el conocimiento, sino también evidenciar procesos de análisis, jerarquización y conexión de ideas. Si se acompañan de preguntas reflexivas (“¿Por qué este concepto es importante?”, “¿Cómo se relaciona con tu entorno?”), permiten inferir niveles de pensamiento crítico y sentido personal.

5.6.3.3 Análisis de casos o estudios científicos

Presentar al estudiantado investigaciones reales (resúmenes, gráficos, datos) y solicitar análisis crítico de su validez, ética, aplicabilidad o limitaciones, promueve la lectura crítica y la toma de decisiones fundamentadas.

5.6.3.4 Rúbricas de pensamiento crítico

Diseñar rúbricas específicas para valorar habilidades como:

- Identificación de problemas.
- Formulación de hipótesis.
- Evaluación de datos.
- Razonamiento lógico.
- Justificación ética.

Las rúbricas deben incluir descriptores que combinen dimensiones cognitivas y emocionales, permitiendo una evaluación más integral.

5.6.4 Instrumentos para valorar emociones epistémicas

5.6.4.1 Diarios de aprendizaje emocional

Invitar al estudiantado a registrar no solo lo que aprendieron, sino cómo se sintieron en el proceso. Se puede incluir:

- ¿Qué te sorprendió hoy?
- ¿En qué momento sentiste frustración?
- ¿Qué tema despertó más tu curiosidad y por qué?
- ¿Qué pregunta no pudiste responder, pero te gustaría explorar?

Estos registros permiten al docente comprender el paisaje emocional del aula y ajustar sus estrategias.

5.6.4.2 Rúbricas afectivo-epistémicas

Rúbricas que evalúan expresamente emociones vinculadas al conocimiento. Ejemplo de indicadores:

- Expresa entusiasmo al explorar nuevas ideas.
- Persevera ante la dificultad de un experimento.
- Se indigna ante situaciones de injusticia científica o ambiental.
- Valora la ciencia como herramienta para el bien común.

Estas rúbricas deben ser construidas en diálogo con el grupo, para evitar juicios normativos o impositivos.

5.6.4.3 Entrevistas o grupos focales

Conversaciones guiadas donde el estudiantado puede expresar cómo vive emocionalmente el aprendizaje de las ciencias. Este tipo de instrumentos son útiles especialmente en investigaciones acción, prácticas reflexivas o procesos de evaluación institucional.

5.6.4.4 Instrumentos creativos y expresivos

- Dibujos o collages sobre lo que representa la ciencia para el estudiante.
- Metáforas (“Si la ciencia fuera una emoción, sería...”).
- Dramatizaciones de emociones que sienten en clase.

Estas expresiones simbólicas permiten externalizar emociones difíciles de verbalizar y ofrecen pistas valiosas sobre el vínculo afectivo con el conocimiento.

5.6.5 Aplicación en el contexto ecuatoriano

En el contexto educativo ecuatoriano, caracterizado por su diversidad étnica, lingüística y territorial, estos instrumentos deben adaptarse a las formas locales de expresión, comunicación y representación emocional. Por ejemplo:

- Usar narraciones orales en comunidades indígenas para evaluar pensamiento crítico.
- Incorporar saberes ancestrales como punto de partida para el análisis epistémico.
- Respetar los códigos emocionales y simbólicos propios de cada comunidad educativa.

Además, es esencial que la evaluación reconozca y legitime formas no convencionales de pensamiento crítico, como el pensamiento comunitario, la intuición o la sabiduría práctica.

5.6.6 Desafíos y recomendaciones

- **Evitar la psicologización excesiva:** las emociones no deben ser medicalizadas ni tratadas como variables aisladas, sino comprendidas en su dimensión pedagógica y social.
- **Formar al profesorado:** se requiere capacitación específica en evaluación crítica y emocional.
- **Sistematizar experiencias:** muchas prácticas existen en forma dispersa; documentarlas puede enriquecer el campo educativo.
- **Asegurar la participación estudiantil** en la construcción de los instrumentos, promoviendo una evaluación dialógica y horizontal.



5.7 Estudios de caso y experiencias didácticas en educación científica emocional

El desarrollo teórico y metodológico de una educación científica emocional encuentra su expresión más significativa en la práctica pedagógica concreta. Las experiencias didácticas y estudios de caso que integran intencionalmente emociones y ciencia ofrecen evidencias valiosas de la aplicabilidad y pertinencia de este enfoque. No se trata únicamente de ejemplos ilustrativos, sino de prácticas que permiten analizar procesos, comprender obstáculos, valorar impactos y generar aprendizajes transferibles a otros contextos educativos.

5.7.1 Criterios para la selección y análisis de casos

Para considerar una experiencia como representativa de la educación científica emocional, se adoptan los siguientes criterios:

- **Intencionalidad pedagógica clara** respecto de la dimensión emocional.
- **Integración curricular efectiva** entre contenidos científicos y actividades expresivas o reflexivas.
- **Participación activa del estudiantado**, promoviendo su agencia y protagonismo.
- **Evaluación de impactos** no solo cognitivos, sino también afectivos o actitudinales.
- **Contextualización social y cultural** de las prácticas educativas.
- **Documentación sistemática** (memorias, informes, productos estudiantiles, entrevistas).

Estas experiencias permiten estudiar en profundidad cómo se articulan teoría y práctica, y qué aprendizajes emergen de su implementación.

5.7.2 Caso 1: “Sentir la biodiversidad” – Educación ambiental emocional en la Amazonía ecuatoriana

Nivel educativo: Educación básica superior

Contexto: Comunidad rural kichwa, provincia de Napo

Estrategia principal: Proyecto de aprendizaje basado en la exploración y narración oral

5.7.2.1 Descripción

La propuesta consistió en un proyecto interdisciplinario donde el estudiantado investigó especies animales y vegetales locales en peligro, combinando trabajo de campo, entrevistas con sabios de la comunidad, y creación de relatos orales y dramatizaciones en lengua kichwa y español.

5.7.2.2 Integración emocional

- Se promovieron emociones como el asombro, la tristeza por la pérdida ecológica y la esperanza por el cuidado colectivo.
- Las narraciones permitieron expresar vínculos afectivos con la naturaleza y resignificar el conocimiento científico desde una perspectiva intercultural.

5.7.2.3 Resultados

- Alta motivación y compromiso del estudiantado.
- Reconexión con saberes ancestrales y fortalecimiento de la identidad cultural.
- Desarrollo de competencias científicas y comunicativas.
- Reconocimiento de la biodiversidad como patrimonio emocional y ecológico.

5.7.3 Caso 2: “Ciencia con alma” – Diario emocional en secundaria urbana

Nivel educativo: Bachillerato general unificado

Contexto: Colegio público en Quito

Estrategia principal: Diario reflexivo en clase de biología

5.7.3.1 Descripción

Durante una unidad sobre el sistema nervioso y las emociones, se implementó un diario donde el estudiantado debía registrar semanalmente sus aprendizajes y emociones asociadas. El diario incluía consignas abiertas y sugerencias de introspección.

5.7.3.2 Integración emocional

- Se generaron vínculos entre el contenido científico (funcionamiento cerebral, neurotransmisores) y vivencias personales del estudiantado.
- Se promovió la autorregulación afectiva y la reflexión sobre el impacto del estrés, el miedo o la motivación en el aprendizaje.

5.7.3.4 Resultados

- Mejora en la comprensión de los contenidos neurobiológicos.
- Fortalecimiento de la conciencia emocional y del cuidado personal.
- Aumento de la participación y del respeto en clase.
- Percepción positiva del clima afectivo y de la evaluación formativa.

5.7.4 Caso 3: “Exploradores del conflicto” – Simulación de dilemas socioambientales

Nivel educativo: Educación general básica

Contexto: Escuela periurbana en Guayaquil

Estrategia principal: Simulación de roles y debate

5.7.4.1 Descripción

Se implementó una simulación donde el estudiantado representó diferentes actores involucrados en un conflicto por la instalación de una hidroeléctrica: ingenieros, campesinos, ecologistas, autoridades y medios. El objetivo fue comprender las consecuencias ambientales, económicas y sociales del proyecto.

5.7.4.2 Integración emocional

- Se vivenciaron emociones como la indignación, la empatía, la frustración ante los dilemas éticos y la satisfacción por encontrar consensos.
- La simulación permitió asumir perspectivas diversas y reflexionar críticamente sobre la ciencia y el poder.

5.7.4.3 Resultados

- Comprensión compleja de problemas ambientales.
- Mejora de habilidades comunicativas, de argumentación y de escucha activa.
- Desarrollo de una actitud más reflexiva hacia la ciencia y sus implicaciones sociales.

5.7.5 Lecciones aprendidas de los casos analizados

- La emoción potencia la significatividad del aprendizaje cuando se vincula a contenidos relevantes y actividades reflexivas.
- Las metodologías activas (proyectos, diarios, simulaciones) permiten integrar emoción y ciencia de manera natural y eficaz.
- El contexto local y cultural es clave para diseñar propuestas emocionalmente resonantes y científicamente sólidas.
- La evaluación debe incluir dimensiones afectivas, no solo cognitivas, para captar la complejidad del proceso formativo.
- La educación científica emocional requiere formación docente, sensibilidad pedagógica y espacios institucionales que valoren el enfoque.



5.7.6 Potencial de replicabilidad y adaptación

Estas experiencias no deben ser entendidas como modelos rígidos, sino como fuentes de inspiración para el diseño de propuestas contextualizadas. Su valor radica en mostrar que es posible —y deseable— enseñar ciencias desde una perspectiva que reconozca al estudiantado como sujeto emocional, ético y cognitivo a la vez.

En otros contextos de Ecuador o de América Latina, pueden adaptarse estas experiencias considerando:

- Las problemáticas socioambientales locales.
- Las lenguas y formas expresivas propias de cada comunidad.
- Los recursos disponibles en cada institución.
- La apertura del equipo docente a la innovación afectiva.

Los estudios de caso y experiencias didácticas analizadas confirman que una educación científica emocional no es solo un ideal teórico, sino una realidad posible, concreta y transformadora. Al integrar el conocimiento con la emoción, el contexto y la ética, estas prácticas contribuyen a formar estudiantes más críticos, sensibles y comprometidos con su entorno. Promover y sistematizar este tipo de experiencias representa un paso fundamental hacia una educación en ciencias que humanice el saber, movilice el sentir y emancipe el actuar.

Conclusión

El presente trabajo académico se propuso analizar, fundamentar y ejemplificar el concepto de *educación científica emocional* como una perspectiva pedagógica que integra el pensamiento crítico, la alfabetización científica y la dimensión afectiva del aprendizaje. Bajo el título **“Educación científica emocional: cómo despertar fascinación y pensamiento crítico en ciencias naturales”**, se estructuró un abordaje integral en cinco capítulos que permitieron examinar, desde el plano teórico hasta el didáctico, las múltiples dimensiones que confluyen en la enseñanza emocionalmente significativa de las ciencias.

El problema de investigación que guió este estudio —la escasa incorporación intencionada y sistemática de la dimensión emocional en la enseñanza de las ciencias naturales, particularmente en contextos latinoamericanos y ecuatorianos— fue analizado desde un enfoque crítico, interdisciplinario y situado. La revisión conceptual, los marcos teóricos y las experiencias empíricas abordadas permitieron evidenciar que esta omisión no solo limita la motivación y la comprensión profunda del estudiantado, sino que también empobrece la formación científica como herramienta ética, crítica y transformadora.

En este sentido, los objetivos planteados se cumplieron de manera articulada y progresiva:

- Se conceptualizó el enfoque de la educación científica emocional, explorando sus fundamentos epistemológicos, psicológicos y pedagógicos (Capítulos 1 y 2).

- Se analizaron los perfiles docentes, las competencias emocionales requeridas y las tensiones institucionales para su implementación (Capítulo 3).
- Se presentaron experiencias formativas relevantes, particularmente en el contexto ecuatoriano, que demuestran la viabilidad de este enfoque (Capítulo 4).
- Se diseñaron y ejemplificaron propuestas didácticas y evaluativas concretas que integran contenido, emoción y contexto (Capítulo 5).

Contribuciones teóricas y pedagógicas

Una de las principales contribuciones de este trabajo es la fundamentación del concepto de *educación científica emocional* como una propuesta pedagógica coherente, necesaria y viable. A diferencia de aproximaciones fragmentarias o intuitivas, se defendió aquí una visión integral que reconoce a la emoción no como un complemento opcional, sino como una dimensión constitutiva del aprendizaje científico.

Desde el punto de vista teórico, se articuló una base sólida que combina los aportes de la psicología del aprendizaje (Pekrun, 2006; Immordino-Yang & Damasio, 2007), la epistemología crítica (Zembylas, 2005), la neurociencia educativa (Tokuhamma-Espinosa, 2011) y la pedagogía crítica latinoamericana (Freire, 1996). Esta base permitió argumentar que el aprendizaje de las ciencias puede y debe ser también una experiencia emocionalmente significativa, ética y contextualizada.

En el plano pedagógico, se propusieron estrategias concretas para integrar las emociones en la planificación, ejecución y evaluación de la enseñanza de las ciencias. Estas estrategias incluyen el uso de narrativas científicas, la implementación de metodologías activas con componente afectivo, la creación de recursos multisensoriales y simbólicos, y el diseño de instrumentos evaluativos que consideren emociones epistémicas como la curiosidad, la admiración, la indignación ética o la satisfacción por el descubrimiento.

Implicaciones para el contexto educativo ecuatoriano

El análisis de experiencias formativas y didácticas en Ecuador mostró que, pese a las limitaciones estructurales del sistema educativo, existen prácticas innovadoras que logran integrar ciencia y emoción de manera pertinente y transformadora. Estas experiencias —especialmente en contextos rurales, interculturales o comunitarios— evidencian que la educación científica emocional es particularmente relevante en entornos donde el conocimiento debe dialogar con los saberes ancestrales, las problemáticas sociales y las realidades afectivas del estudiantado.

La inclusión de emociones en la enseñanza científica en Ecuador puede contribuir a:

- Aumentar la retención y comprensión de conceptos científicos, especialmente en grupos históricamente excluidos del sistema educativo.
- Fortalecer la identidad cultural y ecológica mediante el vínculo emocional con el territorio y los saberes locales.

- Promover una ciudadanía científica crítica y comprometida con el bien común.

No obstante, para que esta integración se consolide, es imprescindible que las políticas públicas en formación docente, currículo y evaluación incorporen explícitamente el enfoque emocional como parte de los estándares de calidad educativa.

Limitaciones del estudio y proyecciones futuras

Este trabajo, si bien amplio en su alcance conceptual y didáctico, presenta algunas limitaciones. En primer lugar, no incluyó una investigación empírica de campo que permita medir con datos sistemáticos el impacto de las propuestas presentadas. En segundo lugar, el enfoque emocional aún carece de indicadores estandarizados que permitan su evaluación en gran escala, lo que representa un desafío para su inclusión en sistemas formales de evaluación.

Como proyección futura, se sugiere desarrollar investigaciones acción en instituciones educativas ecuatorianas que implementen estas propuestas, sistematizar sus resultados y diseñar instrumentos de evaluación emocional validados culturalmente. Asimismo, sería valioso explorar más a fondo las implicaciones del enfoque emocional en la formación inicial docente y en programas de actualización profesional.

Recomendaciones prácticas

A partir de los hallazgos obtenidos, se plantean las siguientes recomendaciones para fortalecer una educación científica emocional:

1. **Formación docente continua** en competencias emocionales, alfabetización científica crítica y diseño didáctico con enfoque afectivo.
2. **Incorporación del enfoque emocional en el currículo nacional**, tanto en objetivos de aprendizaje como en estrategias metodológicas sugeridas.
3. **Diseño de materiales educativos multisensoriales y narrativos** que promuevan la conexión emocional con los contenidos científicos.
4. **Fomento de comunidades de práctica docente** que sistematicen y compartan experiencias de enseñanza emocionalmente significativas.
5. **Evaluación de las emociones epistémicas y actitudes científicas** mediante instrumentos cualitativos, participativos y culturalmente pertinentes.

Reflexión final

La educación científica emocional no propone una pedagogía sentimental ni una renuncia al rigor del conocimiento. Por el contrario, parte de la premisa de que solo comprendemos profundamente aquello que nos afecta, nos interpela o nos transforma. Enseñar ciencias con emoción es, en última instancia, formar sujetos capaces de pensar críticamente, actuar éticamente y sentir con empatía. Es abrir la posibilidad de que el aula de ciencias sea también un espacio de humanidad, donde aprender no sea únicamente acumular datos, sino también construir sentido, generar vínculos y transformar realidades.

Así, este trabajo no cierra una reflexión, sino que abre múltiples caminos para repensar la enseñanza de las ciencias desde una pedagogía que abraza lo cognitivo, lo ético y lo emocional como dimensiones inseparables del aprendizaje y de la vida.

Referencias

- ✓ Avraamidou, L. (2012). *Stories of personal and professional experiences: The influence of female elementary teachers' identities on science teaching*. International Journal of Science Education, 34(5), 703–725.
- ✓ Black, P., & Wiliam, D. (1998). *Assessment and classroom learning*. Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 5(1), 7–74.
- ✓ Bruner, J. S. (1990). *Acts of meaning*. Harvard University Press.
- ✓ Facione, P. A. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. American Philosophical Association.
- ✓ Freire, P. (1996). *Pedagogía del oprimido* (30ª ed.). Siglo XXI Editores.
- ✓ Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. Basic Books.
- ✓ Harlen, W., & Qualter, A. (2018). *The teaching of science in primary schools* (7ª ed.). Routledge.
- ✓ Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). *We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education*. Mind, Brain, and Education, 1(1), 3–10.
- ✓ Jensen, E. (2000). *Brain-based learning: The new science of teaching and training*. The Brain Store.
- ✓ Klassen, S. (2010). *Science teaching with historical narratives*. Science & Education, 19(3), 275–292.
- ✓ Paul, R., & Elder, L. (2006). *Critical thinking: Tools for taking charge of your learning and your life* (2ª ed.). Pearson Education.
- ✓ Pekrun, R. (2006). *The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice*. Educational Psychology Review, 18(4), 315–341.

- ✓ Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2012). *Academic emotions and student engagement*. In S. L. Christenson, A. L. Reschly & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 259–282). Springer.
- ✓ Tokuhamma-Espinosa, T. (2011). *Mind, brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*. W. W. Norton & Company.
- ✓ Zembylas, M. (2005). *Teaching with emotion: A postmodern enactment*. Information Age Publishing.
- ✓ Zembylas, M. (2007). *Emotional ecology: The intersection of emotional knowledge and pedagogical content knowledge in teaching*. *Teaching and Teacher Education*, 23(4), 355–367.



Este libro propone una visión innovadora de la enseñanza de las ciencias naturales, integrando el desarrollo del pensamiento crítico con la dimensión emocional del aprendizaje. A partir de investigaciones y experiencias pedagógicas, los autores demuestran que despertar curiosidad, asombro y conexión emocional con los contenidos científicos mejora significativamente la motivación, la comprensión y la retención del conocimiento.

La obra destaca estrategias didácticas que combinan la rigurosidad científica con metodologías activas y narrativas inspiradoras, fomentando el cuestionamiento, la experimentación y el aprendizaje significativo. Se aborda la importancia de formar docentes emocionalmente conscientes, capaces de crear ambientes de aula que estimulen tanto la mente como el corazón del estudiante. Asimismo, se analizan recursos como relatos científicos, proyectos integradores, debates bioéticos y actividades sensoriales que convierten la ciencia en una experiencia viva, cercana y transformadora.

En resumen, Educación Científica Emocional es una invitación a reencantar la enseñanza de las ciencias, fortaleciendo en los estudiantes tanto la pasión por descubrir como la capacidad de pensar críticamente frente al mundo natural.

ISBN: 978-9942-7390-6-3

