

Biología

para la vida

aprender, investigar e innovar con tecnología



Cesar Daga, Nelly Castro, María Chariguamán, Martha Paredes,
Rosa Bravo, Pamela Trujillo, Gladys Vásquez & Piedad Today

Biología para la vida

*Aprender, investigar e innovar
con tecnología*

Autores:

MSc. Cesar Isidro Daga Quinchuela

MSc. Nelly Gisela Castro Sánchez

MSc. María Olga Chariguamán Tene

MSc. Martha Esmeralda Paredes Sandoval

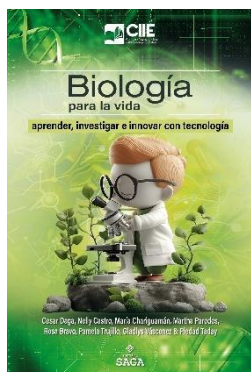
Lic. Rosa Enith Bravo Merchan

MSc. Pamela Mishelle Trujillo Padilla

Lic. Gladlys Elizabeth Vásconez Izurieta

MSc. Piedad Alexandra Taday Guashpa





Datos bibliográficos

ISBN:	978-9907-803-20-4
Título del libro:	Biología para la vida Aprender, investigar e innovar con tecnología
Autores:	Daga Quinchuela, Cesar Isidro Castro Sánchez, Nelly Gisela Chariguamán Tene, María Olga Paredes Sandoval, Martha Esmeralda Bravo Merchan, Rosa Enith Trujillo Padilla, Pamela Mishelle Vásconez Izurieta, Gladlys Elizabeth Taday Guashpa, Piedad Alexandra
Editorial:	SAGA
Materia:	370 - Educación
Público objetivo:	Profesional / académico
Publicado:	2026-03-24
Número de edición:	1
Tamaño:	5Mb
Soporte:	Libro digital descargable
Formato:	Pdf (.pdf)
Idioma:	Español
DOI:	https://doi.org/10.63415/saga.2026.79

Hecho en Ecuador / Made in Ecuador

Autores

MSc. Cesar Isidro Daga Quinchuela

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



cesar.daga@educacion.gob.ec



<https://orcid.org/0009-0009-5749-5028>

Cajabamba, Ecuador

Semblanza



César Isidro Daga Quinchuela es un destacado profesional de la educación comprometido con la formación científica y el desarrollo académico de sus estudiantes. Es Magíster en Ciencias de la Educación, mención Biología, y Licenciado en Ciencias de la Educación, Profesor de Biología, Química y Laboratorio, título obtenido en la Universidad Nacional de Chimborazo.

Cuenta con 16 años de experiencia docente, desempeñándose en el área de Ciencias Naturales, Biología y Química, donde ha demostrado vocación, responsabilidad y compromiso con la enseñanza. A lo largo de su trayectoria ha contribuido al fortalecimiento del pensamiento científico, la investigación y el aprendizaje significativo de los estudiantes.

Además de su labor docente, se desempeña como director del Área de Ciencias Naturales, Química y Biología, promoviendo el trabajo colaborativo y el mejoramiento de los procesos educativos. Su trayectoria refleja dedicación, experiencia y compromiso con la educación y el desarrollo académico de la comunidad educativa.

Dra. Nelly Gisela Castro Sánchez

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ gisela.castro@educacion.gob.ec

id <https://orcid.org/0009-0004-3947-4753>

Sucumbíos, Ecuador

Semblanza



Nelly Gisela Castro Sánchez es Licenciada en Ciencias de la Educación, Profesora de Segunda Enseñanza en la especialización de Biología y Química. Posee el título de Doctora en Ciencias de la Educación con mención en Investigación y Planificación Educativa y una Maestría en Gerencia y Mediación en Centros Educativos Infantiles, títulos obtenidos en la Universidad Técnica de Ambato. Actualmente cursa la Maestría

en Educación de Bachillerato con mención en Pedagogía de las Ciencias Naturales en la Universidad Estatal de Milagro, fortaleciendo su formación pedagógica y científica.

Se desempeña como docente en la Unidad Educativa Napo, ubicada en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos, donde imparte las asignaturas de Química y Biología en el nivel de Bachillerato. Cuenta con una trayectoria de 22 años en la docencia, destacándose también en el área de Investigación Científica, orientando procesos de elaboración de monografías con estudiantes del Programa del Diploma del Bachillerato Internacional.

Además, participó como autora del libro Cuadernos Verdes para Educación Básica Superior, orientado a promover en los estudiantes la protección de los bosques y el cuidado del medio ambiente libre de contaminación. Su práctica pedagógica se caracteriza por fomentar entornos de aprendizaje significativos, fortalecer el pensamiento crítico y promover el desarrollo integral de los estudiantes, impulsando además el uso de la tecnología educativa y la implementación de prácticas de educación inclusiva. Asimismo, promueve la valoración de la biodiversidad amazónica y el compromiso con la sostenibilidad ambiental.

Dra. María Olga Chariguamán Tene

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



maria.chariguaman@educacion.gob.ec



<https://orcid.org/0009-0002-0985-1306>

Lago Agrio, Ecuador

Semblanza



María Olga Chariguamán Tene, Con 27 años de trayectoria en el magisterio ecuatoriano, es una referente en la enseñanza de las ciencias experimentales y la gestión educativa. Su carrera se define por un compromiso inquebrantable con la formación académica de la juventud y el liderazgo institucional. Su preparación académica de alto nivel respalda su práctica docente: Doctorado en Ciencias de la Educación, mención Enseñanza de la Química (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo), Maestría Universitaria en Liderazgo y Dirección de Centros Educativos (Universidad Internacional de La Rioja) y Licenciatura en Ciencias de la Educación, especialidad Biología y Química (Universidad Nacional de Chimborazo). Inició su labor educativa en el cantón Chunchi (Chimborazo) como docente de Ciencias Naturales, sentando las bases de una carrera dedicada al servicio. Desde hace 19 años, desempeña su labor en el cantón Lago Agrio (Sucumbíos), dentro de la Unidad Educativa Napo, donde ha consolidado su especialidad como maestra de Química en Bachillerato durante los últimos 15 años. Más allá del aula, la Dra. Chariguamán ha contribuido activamente al desarrollo organizacional de las instituciones donde ha servido. Su visión estratégica y capacidad de gestión la han llevado a ser miembro del Consejo Ejecutivo tanto en la Unidad Educativa Quitumbe como en la Unidad Educativa Napo, participando en la toma de decisiones clave para el fortalecimiento educativo. Su perfil combina la rigurosidad científica con una visión moderna de la dirección educativa, orientada siempre a la excelencia y la formación integral de sus estudiantes.

MSc. Martha Esmeralda Paredes Sandoval

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ esmeralda.paredes@educacion.gob.ec

id <https://orcid.org/0009-0001-8506-9044>

Sucumbíos, Ecuador

Semblanza



Martha Esmeralda Paredes Sandoval, es una investigadora y autora ecuatoriana, docente de la Unidad Educativa “Napo”, parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos con una formación académica de Licenciada en Ciencias de la Educación especialidad Química y Biología en la Universidad Técnica de Ambato, Maestría en Desarrollo Local con Mención en Movimientos Sociales en la Universidad Politécnica Salesiana y la Maestría en

Educación Básica en la Universidad Estatal de Milagro.

Con una trayectoria en la administración educativa en calidad de Miembro del Consejo Ejecutivo por dos ocasiones en año lectivo 2019 – 2020 en calidad de tercer miembro y en el año 2024 – 2025 en calidad de segundo Miembro del Consejo Ejecutivo, a ello se suma la experiencia como docente de más de 15 años en la asignatura de Química en el nivel de Bachillerato en la Unidad Educativa

Lic. Rosa Enith Bravo Merchán

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



enith.bravo@educacion.gob.ec



<https://orcid.org/0009-0003-8644-1543>

Nueva Loja, Ecuador

Semblanza



Rosa Enith Bravo Merchán es Licenciada en Ciencias de la Educación en la especialidad de Químico Biológicas y Profesora de Segunda Enseñanza en la especialidad de Químico Biólogo, títulos que fundamentan una sólida formación académica al servicio de la educación ecuatoriana.

Inició su carrera docente en el año 2016 en la Escuela Lago Agrio, en la ciudad de Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos, donde forjó su vocación pedagógica con rigor y compromiso. Desde el año 2018 y hasta la actualidad, ejerce como docente en la Unidad Educativa Napo, institución en la que imparte las asignaturas de Biología y Química, contribuyendo activamente a la formación científica de las nuevas generaciones.

Su liderazgo y capacidad de gestión institucional la llevaron a desempeñar el cargo de Vicerrectora en la Unidad Educativa Napo, responsabilidad desde la cual fortaleció los procesos académicos y administrativos de la comunidad educativa.

Con más de nueve años de trayectoria en el magisterio, la Lcda. Rosa Enith Bravo Merchán encarna el compromiso con una educación de calidad, consciente de que enseñar no es únicamente transmitir conocimientos, sino sembrar en cada estudiante la capacidad de transformar su entorno y construir un futuro mejor para la sociedad.

Lic. Pamela Mishelle Trujillo Padilla

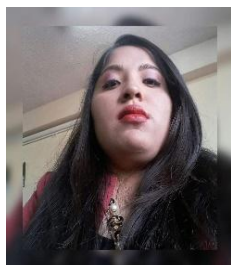
Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ pamela.trujillo@educacion.gob.ec

id <https://orcid.org/0009-0003-2599-4494>

Riobamba, Ecuador

Semblanza



Pamela Mishelle Trujillo Padilla es licenciada en Pedagogía de la Historia y las Ciencias Sociales por la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH). Su formación académica le ha permitido desarrollar un enfoque pedagógico fundamentado en bases epistemológicas sólidas, con énfasis en la didáctica crítica y la innovación educativa.

Cuenta con experiencia profesional en instituciones educativas del sector público, del Cantón Guano donde se ha desempeñado en los niveles de Educación Inicial, Básica Superior y Bachillerato. Su ejercicio docente se caracteriza por la planificación curricular pertinente, la aplicación de metodologías activas y el fortalecimiento del pensamiento lógico, crítico y reflexivo en los estudiantes, promoviendo aprendizajes significativos y contextualizados.

En el ámbito académico, ha desarrollado producción científica orientada al Efecto de un ecosistema de TIC educativas en la comprensión lectora y la permanencia escolar en Educación General Básica.

Desde la Innovación Educativa Constante, impulsa iniciativas orientadas a la mejora continua, la actualización docente y la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras, contribuyendo al desarrollo integral de la comunidad educativa.

Lic. Gladlys Elizabeth Vásconez Izurieta

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



elizabeth.vasconez@docentes.educacion.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0007-6029-0053>

Colta, Ecuador

Semblanza



Gladys Elizabeth Vasconez Izurieta es Licenciada en Ciencias de la Educación, con especialización como profesora de Biología, Química y Laboratorio por la Universidad Nacional de Chimborazo. Su formación académica le ha permitido desarrollar competencias en el área científica y pedagógica, orientadas a la enseñanza práctica y experimental.

Cuenta con experiencia profesional en distintas instituciones, entre ellas la Unidad Educativa Tomás Oleas y la Unidad Educativa Velasco Ibarra, donde ha ejercido su labor docente en el área de ciencias. Actualmente, se desempeña en la institución educativa Unidas San Guisel Alto, fortaleciendo el aprendizaje de los estudiantes mediante metodologías activas y el trabajo en laboratorio.

Además, ha desarrollado experiencia en el ámbito administrativo y comunitario, desempeñándose en el Sindicato de Choferes del cantón Colta y en el Registro de la Propiedad del cantón Colta, lo que le ha permitido adquirir habilidades en gestión, organización y atención al público.

Su trayectoria se caracteriza por el compromiso con la educación, la responsabilidad profesional y la búsqueda constante de mejora en los procesos de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo al desarrollo académico y formativo de la comunidad educativa.

MSc. Piedad Alexandra Taday Guashpa

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ piedad.taday@educacion.gob.ec

 <https://orcid.org/0009-0001-3015-7856>

Riobamba, Ecuador

Semblanza



Piedad Alexandra Taday Guashpa es Magíster en Pedagogía de la Historia y las Ciencias Sociales por la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), institución en la que también obtuvo el título de Licenciatura en Ciencias de la Educación profesora de Ciencias Sociales. La formación académica me ha permitido desarrollar un enfoque pedagógico

fundamentado en bases epistemológicas sólidas, con énfasis en la didáctica crítica y la innovación educativa.

Mi trayectoria se ha caracterizado por una profunda investigación de los procesos sociales y una dedicación constante a la excelencia educativa. Actualmente, encuentro desempeñando como docente en la Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe (UECIB) Amawta Fernando Daquilema, cantón Guamote, donde integro mis conocimientos especializados con la práctica pedagógica en territorios de gran relevancia histórica y cultural. Mi trabajo busca fortalecer la identidad y el pensamiento crítico a través del estudio riguroso de la historia.

Dedicatoria

A las y los estudiantes, docentes, investigadores y curiosos de la vida que reconocen en la biología una puerta para comprender, cuidar e innovar en el mundo que habitamos. Este libro, *Biología para la vida: aprender, investigar e innovar con tecnología*, está dedicado a quienes exploran los procesos vitales con asombro, pensamiento crítico y compromiso con el bienestar del planeta.

A ustedes, que se atreven a preguntar, a experimentar y a descubrir; que integran la ciencia y la tecnología para comprender la complejidad de los seres vivos; que valoran la sostenibilidad, la ética y la responsabilidad en cada acción; y que transforman el conocimiento en soluciones para los desafíos actuales y futuros. Su camino demuestra que aprender biología no es solo adquirir saberes, sino construir conciencia, promover la innovación y fortalecer el vínculo entre la vida, la ciencia y la sociedad.

Agradecimiento

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a las y los estudiantes, docentes, investigadores y profesionales de las ciencias de la vida que, desde su curiosidad, rigor científico y compromiso con la sociedad, impulsan la comprensión, el cuidado y la innovación en torno a los seres vivos y su entorno. Este libro,

Biología para la vida: aprender, investigar e innovar con tecnología, surge del diálogo interdisciplinario, la reflexión crítica y la convicción compartida de que la educación biológica debe evolucionar hacia enfoques más integrales, tecnológicos y orientados a los desafíos globales.

Reconocemos especialmente a quienes integran herramientas tecnológicas, metodologías activas y enfoques sostenibles en el estudio de la biología, generando aprendizajes significativos y soluciones que contribuyen no solo al conocimiento científico, sino también al bienestar colectivo y al equilibrio ambiental. Su labor fortalece una cultura científica más inclusiva, crítica y comprometida con el desarrollo sostenible.

De manera particular, expresamos nuestro reconocimiento al equipo de CIIE – Centro de Investigación e Innovación Educativa, por su valioso aporte en la promoción de la investigación, la innovación pedagógica y la transferencia de conocimiento en el ámbito educativo. Asimismo, agradecemos a Editorial SAGA por su respaldo profesional y su compromiso con la difusión de obras que inspiran, orientan y fortalecen una educación científica pertinente, ética y acorde a las necesidades de la sociedad contemporánea.



El contenido y las ideas expuestas en esta obra se encuentran protegidos por la normativa vigente en materia de propiedad intelectual y constituyen derechos exclusivos de su(s) autor(es)

Todos los derechos reservados © 2026

Sinopsis

“Biología para la vida: aprender, investigar e innovar con tecnología” presenta una propuesta educativa que integra inclusión, metodologías activas y herramientas digitales para fortalecer el aprendizaje de las ciencias naturales en diversos entornos escolares. A lo largo de sus capítulos, la obra articula el enfoque DUA con estrategias que favorecen la accesibilidad sensorial y cognitiva, promoviendo la participación equitativa mediante recursos adaptados y dinámicas cooperativas. Se abordan enfoques pedagógicos centrados en proyectos, indagación y estudios de caso que conectan la biología con situaciones reales en genética, ecología y salud. La incorporación de tecnologías inmersivas, laboratorios virtuales e inteligencia artificial abre nuevas posibilidades para la experimentación, el análisis de datos y la comprensión de sistemas biológicos complejos. Asimismo, el libro impulsa la educación ambiental mediante iniciativas sostenibles, emprendimientos ecológicos y experiencias lúdicas que fortalecen la conciencia crítica. La investigación escolar ocupa un lugar relevante, destacando el diseño experimental, el trabajo colaborativo y la difusión científica. Finalmente, se integran reflexiones sobre ética, bioética y pensamiento crítico, orientadas a la formación de estudiantes capaces de argumentar y tomar decisiones responsables frente a problemáticas científicas actuales.

Palabras clave: biología educativa; inclusión; tecnología; innovación; aprendizaje activo; bioética

Synopsis

“Biology for Life: learning, researching, and innovating with technology” presents an educational proposal that integrates inclusion, active methodologies, and digital tools to strengthen the learning of natural sciences in diverse school environments. Throughout its chapters, the work articulates the UDL approach with strategies that promote sensory and cognitive accessibility, encouraging equitable participation through adapted resources and cooperative dynamics. It addresses pedagogical approaches centered on projects, inquiry, and case studies that connect biology with real situations in genetics, ecology, and health. The incorporation of immersive technologies, virtual laboratories, and artificial intelligence opens new possibilities for experimentation, data analysis, and the understanding of complex biological systems. Likewise, the book promotes environmental education through sustainable initiatives, ecological entrepreneurship, and playful experiences that strengthen critical awareness. School research holds a relevant place, highlighting experimental design, collaborative work, and scientific dissemination. Finally, reflections on ethics, bioethics, and critical thinking are integrated, aimed at forming students capable of arguing and making responsible decisions regarding current scientific issues.

Keywords: inclusive entrepreneurship; active methodologies; sustainable innovation; disruptive technology; educational AI; digital leadership

Índice General

Sinopsis.....	xv
Índice General	17
Introducción	19
Capítulo 1: Biología inclusiva bajo el enfoque DUA.....	23
1.1.- Accesibilidad sensorial y cognitiva en las ciencias naturales ..	27
1.2.- Adaptación de recursos visuales, auditivos y kinestésicos	30
1.3.- Aprendizaje cooperativo para la diversidad	32
Capítulo 2: Metodologías activas para el aprendizaje biológico ..	37
2.1.- ABP y estudios de caso en genética, ecología y salud	40
2.2.- Aprendizaje basado en la indagación (ABI)	43
2.3.- Rol del docente como guía-investigador	46
Capítulo 3: Tecnología inmersiva y biología digital	49
3.1.- Realidad aumentada (RA) para explorar el cuerpo humano	52
3.2.- Laboratorios virtuales y simuladores celulares	55
3.3.- IA para clasificar especies y analizar datos biológicos	57
Capítulo 4: Educación ambiental e innovación sostenible	61
4.1.- Proyectos ecológicos y biotecnológicos escolares	64
4.2.- Emprendimientos verdes y economía circular	67
4.3.- Gamificación para la conciencia ambiental	69
Capítulo 5: Investigación científica escolar	73
5.1.- Diseño de experimentos con base en el método científico	76
5.2.- Uso de plataformas colaborativas (Google Science Journal, LabX).....	79
5.3.- Difusión de resultados en ferias y repositorios digitales.....	82

Capítulo 6: Ética, bioética y pensamiento crítico	87
6.1.- Ética en la investigación biológica	90
6.2.- Dilemas científicos: clonación, transgénicos, IA biológica.....	93
6.3.- Argumentación y debate con enfoque inclusivo	96
Conclusiones.....	99
Referencias Bibliográficas.....	103

Introducción

La biología ha acompañado a la humanidad desde sus primeras preguntas sobre la vida, la salud y el entorno. Hoy, ese conocimiento se transforma a un ritmo vertiginoso, impulsado por la tecnología y por nuevas formas de aprender. En esta obra, te encontrarás con una visión que articula ciencia, educación e innovación. Como señalan López Vargas et al. (2024), el aprendizaje se enriquece cuando se diseñan experiencias accesibles y significativas, capaces de conectar con la diversidad de quienes aprenden.

En las aulas contemporáneas, la enseñanza de las ciencias naturales enfrenta tensiones entre tradición y renovación. Persisten prácticas centradas en la memorización, mientras crecen propuestas que priorizan la comprensión profunda y la participación activa. En este escenario, Díaz Linares (2023) destaca el valor de la indagación como una vía para despertar la curiosidad científica. Así, la biología deja de ser un conjunto de contenidos aislados y se convierte en una experiencia viva, dinámica y cercana.

La realidad educativa actual plantea interrogantes sobre la equidad, la inclusión y el acceso al conocimiento científico. Las diferencias en estilos de aprendizaje, recursos disponibles y condiciones sociales invitan a repensar las estrategias pedagógicas. López (2026) subraya que el aprendizaje cooperativo fortalece la participación de estudiantes con diversas necesidades, promoviendo vínculos que enriquecen la experiencia educativa. En este sentido, la biología se proyecta como un espacio de encuentro, donde cada voz encuentra su lugar.

Este libro encuentra su justificación en la necesidad de articular saberes científicos con herramientas tecnológicas y enfoques pedagógicos innovadores. La integración de recursos digitales y metodologías activas abre posibilidades antes

impensables. Tal como indican Cetina Pinilla (2025) y Lesmes Correa (2025), la combinación de canales sensoriales y simuladores virtuales potencia la comprensión de fenómenos complejos, facilitando procesos de aprendizaje más profundos, significativos y conectados con la realidad.

Desde esta perspectiva, la obra se orienta a fortalecer competencias científicas, pensamiento crítico y sensibilidad ambiental. Se busca que el lector no sea un receptor pasivo, sino un participante activo en la construcción del conocimiento. Fenollosa y Salguero-Gómez (2025) evidencian que el uso de inteligencia artificial en biología amplía las posibilidades de análisis y comprensión, acercando la investigación a escenarios que antes parecían lejanos.

Las preguntas que atraviesan este libro nacen de inquietudes reales: ¿de qué manera integrar la tecnología sin perder la esencia humanista de la educación? ¿qué estrategias favorecen una enseñanza inclusiva y significativa? ¿qué papel cumple la ética en el desarrollo científico? Torres Rodríguez y Gutiérrez Gutiérrez (2023) recuerdan que toda práctica investigativa debe estar guiada por principios que resguarden la dignidad y el bienestar colectivo.

Asimismo, la educación ambiental ocupa un lugar relevante en esta propuesta. La relación entre los seres humanos y la naturaleza exige una mirada responsable y comprometida. Garcés Caicedo et al. (2025) destacan que la economía verde puede integrarse en la educación como una estrategia formativa, capaz de fomentar actitudes sostenibles. De este modo, la biología trasciende el aula y se conecta con la vida cotidiana, con decisiones que impactan el presente y el porvenir.

En el ámbito de la investigación escolar, se reconoce la importancia de formar estudiantes capaces de diseñar, analizar y comunicar sus propios proyectos. Lino et al. (2024) resaltan el valor de herramientas como Jamovi para el análisis de datos, mientras

Tumaco Figueroa et al. (2025) destacan el potencial de plataformas digitales colaborativas. Estas experiencias fortalecen la autonomía, la creatividad y la capacidad de trabajar en comunidad.

La estructura del libro responde a una lógica progresiva que articula inclusión, metodologías activas, tecnología, sostenibilidad, investigación y ética. Cada capítulo ha sido concebido como un espacio de construcción, donde teoría y práctica dialogan de manera constante. Rendón Navarrete et al. (2024) evidencian que estrategias como la gamificación favorecen la motivación y el compromiso, aportando dinamismo a los procesos educativos.

Al avanzar en estas páginas, encontrarás una propuesta que busca acompañarte, cuestionarte y ampliar tus horizontes. No se trata de ofrecer respuestas definitivas, sino de abrir caminos de reflexión y acción. Como bien plantea Fuentes Rodríguez (2023), el pensamiento crítico y la argumentación constituyen pilares fundamentales para una educación transformadora. En ese recorrido, la biología se presenta como una aliada para comprender la vida y construir un futuro más consciente.

Capítulo 1



**Biología inclusiva bajo
el enfoque DUA**

Abrir las puertas del aula de ciencias naturales es, en esencia, reconocer que cada estudiante habita un mundo perceptivo único. Algunos reciben la información con la mirada, otros la dejan reposar en el oído, y un grupo necesita construirla con las manos, como si el conocimiento fuera una arcilla que se moldea. Esta diversidad, lejos de ser un obstáculo, constituye la materia prima de una experiencia educativa profunda. Pensar en ella no responde a un protocolo, sino a una forma de presencia respetuosa que se traduce en cada recurso, en cada palabra y en cada gesto dentro del espacio compartido.

Desde hace tiempo, la accesibilidad sensorial y cognitiva ha dejado de ser un aspecto técnico para convertirse en un puente tendido con sensibilidad. Se trata de que un gráfico no confunda, de que un sonido no sature, de que un texto se deje leer sin que la mente tenga que esforzarse en descifrar formas. En disciplinas como la biología, donde se despliegan diagramas intrincados y procesos invisibles, esa claridad adquiere un peso fundamental. López Vargas et al. (2024) sostienen que los recursos digitales deben diseñarse para acoger múltiples formas de percepción, favoreciendo así una comprensión que no se fracture en el intento.

Hay, sin embargo, una capa más honda en esta idea: la accesibilidad cognitiva toca el modo en que cada mente organiza, ordena y da sentido a lo que recibe. No todos los estudiantes procesan la información al mismo ritmo, ni requieren los mismos andamios para llegar a comprender un fenómeno biológico. Algunos necesitan pausas, otros necesitan ejemplos que nazcan de su propia cercanía. Tal como lo plantean López Vargas et al. (2024), el Diseño Universal para el Aprendizaje propone estructuras flexibles que permiten navegar la información desde distintos niveles de profundidad.

Recuerdo la imagen de una célula explicada en clase: para unos, bastaba con un texto detallado; para otros, fue una animación lo que encendió la chispa; y para algunos, la textura de una maqueta

construida con sus propias manos hizo visible lo que parecía abstracción. La accesibilidad, entonces, se convierte en esa colección de llaves distintas que abren una misma puerta. Cada recurso pensado con cuidado permite que nadie quede mirando desde afuera, respetando ritmos, formas y emociones que también forman parte del aprendizaje.

Hay algo profundamente humano en reconocer que no todos aprendemos igual, y ese reconocimiento se filtra en los pequeños ajustes. A veces, una explicación repetida con un tono distinto transforma la confusión en certeza. Otras veces, un contraste de color adecuado evita la frustración antes de que aparezca. López Vargas et al. (2024) destacan que integrar los principios del DUA en los recursos educativos no solo fortalece la inclusión, sino que mejora la experiencia de cada estudiante, porque el cuidado puesto en el diseño es también una forma de cuidado hacia la persona.

Las ciencias naturales, por su riqueza visual y su carácter experimental, ofrecen un territorio fértil para desplegar estas formas de acercamiento. Desde simulaciones que permiten explorar sin temor al error, hasta videos con subtítulos y narraciones que acompañan, cada elemento puede ser moldeado para que resulte comprensible y cercano. No se trata de añadir más materiales, sino de transformar los existentes para que dialoguen con la diversidad real del aula. Así, el conocimiento deja de sentirse distante y se vuelve algo que se puede tocar con la mirada o escuchar con atención.

En esa transformación también habitan las emociones. La frustración de no entender puede disolverse cuando el contenido se adapta; la curiosidad, en cambio, florece cuando el acceso se vuelve fluido. Un estudiante que logra comprender un proceso biológico gracias a un recurso accesible no solo aprende un concepto: experimenta una sensación de logro, de pertenencia, de sentirse parte activa de su propio aprendizaje. López Vargas et al. (2024)

señalan que el DUA favorece entornos donde la participación activa de todos fortalece la motivación y el deseo de seguir aprendiendo.

La tecnología acompaña este camino, pero la verdadera clave no reside en la herramienta, sino en la intención pedagógica que la anima. Ajustar el tamaño de un texto, incorporar una narración pausada, ofrecer formatos variados son gestos que nacen de anticipar necesidades, de escuchar a los estudiantes, de construir materiales que sepan hablar con sus realidades. No se trata de sofisticación técnica, sino de sensibilidad educativa. Cuando esa sensibilidad guía el diseño, cada recurso se convierte en un aliado que allana el terreno.

Pequeños cambios generan, a veces, impactos profundos. Una secuencia lógica bien organizada, un lenguaje claro, una imagen con contraste adecuado pueden transformar por completo la experiencia de aprendizaje. La accesibilidad cognitiva, en particular, se ocupa de reducir la carga mental innecesaria para que la mente pueda concentrarse en lo que verdaderamente importa: comprender la vida, sus procesos, sus interacciones. Así, la biología deja de ser un conjunto de conceptos abstractos para volverse una historia más cercana, más viva, más habitable.

Pensar en accesibilidad sensorial y cognitiva es pensar en equidad ejercida como práctica diaria, no como un ideal suspendido en el horizonte. Cada recurso diseñado con cuidado es una invitación silenciosa pero firme a que todos puedan transitar el conocimiento con dignidad. Como afirman López Vargas et al. (2024), el enfoque del DUA orienta la creación de entornos educativos donde la diversidad no se vive como un obstáculo, sino como una riqueza que impulsa formas renovadas de aprender y enseñar. En ese impulso, el aula se convierte en un espacio donde cada estudiante puede encontrar su manera de conectar con la ciencia.

1.1.- Accesibilidad sensorial y cognitiva en las ciencias naturales

La accesibilidad sensorial y cognitiva en las ciencias naturales abre puertas que durante mucho tiempo permanecieron entrecerradas. En el aula, cada estudiante percibe el mundo de manera distinta: algunos necesitan ver, otros tocar, otros escuchar con más claridad. Pensar en estas diferencias no es un gesto adicional, es una forma de respeto. Desde el enfoque del Diseño Universal para el Aprendizaje, se busca que los contenidos no sean un muro, sino un puente que invite a cruzar con confianza.

Cuando hablamos de accesibilidad sensorial, hablamos de colores que no confunden, sonidos que no saturan y textos que se dejan leer sin esfuerzo. Un gráfico bien diseñado puede ser una ventana luminosa, mientras que uno recargado se vuelve un laberinto. En ciencias naturales, donde abundan diagramas y procesos, esta claridad marca la diferencia. Tal como señalan López Vargas et al. (2024), los recursos digitales deben adaptarse a múltiples formas de percepción para favorecer una comprensión significativa.

La accesibilidad cognitiva, por su parte, toca algo más profundo: la manera en que cada mente organiza, interpreta y da sentido a la información. Hay estudiantes que necesitan pasos más pausados, ejemplos cercanos o apoyos visuales para entender un fenómeno biológico. No se trata de simplificar el conocimiento, sino de presentarlo con caminos diversos. De acuerdo con López Vargas et al. (2024), el DUA promueve estructuras flexibles que facilitan el procesamiento de la información en distintos niveles.

En una clase de biología, por ejemplo, explicar la célula puede sentirse como describir una ciudad invisible. Para algunos, un texto detallado basta; para otros, una animación o una maqueta despiertan la comprensión. La accesibilidad permite que nadie se quede mirando desde afuera. Cada recurso bien pensado es como

una llave distinta que abre la misma puerta, respetando ritmos y formas de aprender.

Hay algo profundamente humano en reconocer que no todos aprendemos igual. A veces, una explicación repetida con otro tono cambia todo. Otras veces, un pequeño ajuste visual evita la frustración. La accesibilidad sensorial y cognitiva no es una estrategia fría, es una manera de cuidar. En palabras de López Vargas et al. (2024), integrar principios del DUA en recursos digitales fortalece la inclusión y mejora la experiencia educativa de todos los estudiantes.

Las ciencias naturales, con su riqueza visual y experimental, ofrecen un terreno fértil para aplicar estos principios. Desde simulaciones interactivas hasta videos con subtítulos y descripciones auditivas, cada elemento puede diseñarse pensando en la diversidad. No es cuestión de añadir más contenido, sino de transformar el existente para que sea comprensible, atractivo y cercano. Así, el conocimiento deja de ser distante y se vuelve tangible.

También hay emociones en juego. La frustración de no entender puede apagarse cuando el contenido se adapta; la curiosidad crece cuando el acceso se facilita. Un estudiante que logra comprender un proceso biológico gracias a un recurso accesible experimenta algo más que aprendizaje: siente logro, pertenencia. López Vargas et al. (2024) destacan que el DUA favorece entornos donde todos pueden participar activamente, fortaleciendo la motivación.

En este camino, la tecnología actúa como aliada. Herramientas digitales permiten ajustar tamaños de texto, incorporar narraciones, ofrecer múltiples formatos. Sin embargo, la clave no está en la herramienta en sí, sino en la intención pedagógica que la guía. Diseñar con accesibilidad en mente implica

anticipar necesidades, escuchar a los estudiantes y construir materiales que dialoguen con sus realidades.

Figura 1

Accesibilidad sensorial y cognitiva en las ciencias naturales desde el enfoque DUA



A veces, pequeños cambios generan grandes impactos. Un contraste adecuado en una imagen, una explicación en lenguaje claro o una secuencia lógica bien organizada pueden transformar la experiencia de aprendizaje. La accesibilidad cognitiva reduce la carga mental innecesaria y permite concentrarse en lo importante: comprender la vida, sus procesos, sus interacciones. Así, la biología se vuelve más cercana, más viva.

Pensar en accesibilidad sensorial y cognitiva es pensar en equidad. No como un ideal lejano, sino como una práctica diaria en el aula. Cada recurso diseñado con cuidado es una invitación abierta. Como afirman López Vargas et al. (2024), el DUA orienta la creación de entornos educativos inclusivos donde la diversidad no es un obstáculo, sino una riqueza que impulsa nuevas formas de aprender y enseñar.

1.2.- Adaptación de recursos visuales, auditivos y kinestésicos

En el aula de ciencias naturales, cada estudiante percibe el conocimiento a través de puertas distintas. Hay quienes necesitan ver con claridad, otros escuchar con calma, y algunos comprender a través del movimiento. Adaptar recursos visuales, auditivos y kinestésicos no es una tarea técnica aislada; se siente más bien como ajustar la luz, el sonido y el ritmo de una experiencia compartida. Así, el aprendizaje deja de ser rígido y comienza a respirar, acercándose a cada forma de percibir el mundo.

Los recursos visuales tienen una fuerza especial. Un esquema limpio, una ilustración bien pensada o una animación sencilla pueden transformar un concepto complejo en algo cercano. En biología, donde abundan estructuras invisibles al ojo humano, estas herramientas funcionan como puentes. Según Cetina Pinilla (2025), el canal visual facilita la organización de la información y permite construir representaciones mentales más estables, lo que favorece la comprensión de contenidos científicos.

Sin embargo, no basta con mostrar imágenes; es necesario que estas comuniquen con claridad. Colores equilibrados, tipografías legibles y elementos bien distribuidos evitan la sobrecarga. Cuando un estudiante observa un recurso visual adaptado, siente menos confusión y más seguridad. Es como caminar por un sendero señalizado. Cetina Pinilla (2025) destaca que una adecuada estimulación visual fortalece la atención y mejora la retención de la información en entornos educativos.

El canal auditivo, por su parte, abre otra dimensión. Escuchar una explicación pausada, una narración o incluso sonidos relacionados con fenómenos naturales puede enriquecer la experiencia. Hay estudiantes que conectan profundamente con la palabra hablada, con el ritmo de la voz. En este sentido, incorporar audios claros, con buena entonación, puede marcar una diferencia

significativa. Tal como señala Cetina Pinilla (2025), el aprendizaje auditivo potencia la comprensión cuando se integra de manera armónica con otros canales.

Figura 2

Adaptación multimodal de recursos didácticos en la enseñanza de la biología



Además, el sonido puede transmitir emociones. Una explicación grabada con cercanía, con intención, puede acompañar al estudiante como una voz amiga. En ciencias naturales, describir procesos como la fotosíntesis o la respiración celular a través del lenguaje oral puede hacerlos más accesibles. Cetina Pinilla (2025) menciona que el canal auditivo contribuye a reforzar la memoria verbal y facilita la conexión con contenidos abstractos.

El aprendizaje kinestésico introduce el cuerpo en la experiencia. Aquí, el conocimiento se toca, se mueve, se construye con las manos. En biología, esto puede manifestarse en la creación de modelos, experimentos sencillos o simulaciones físicas. Para muchos estudiantes, moverse no distrae, sino que ayuda a entender. Según Cetina Pinilla (2025), la integración del canal kinestésico fortalece la comprensión al vincular la acción con el pensamiento.

Hay algo especial en aprender haciendo. Sentir la textura de un material, armar una estructura, representar un proceso con

el cuerpo... todo eso deja huella. No es lo mismo leer sobre una célula que construirla. En ese momento, el conocimiento se vuelve tangible, cercano. Cetina Pinilla (2025) resalta que el aprendizaje activo favorece la consolidación de conocimientos y mejora la participación en el aula.

Cuando estos tres canales se integran, el aprendizaje adquiere profundidad. No se trata de elegir uno sobre otro, sino de combinarlos con sensibilidad. Un video con imágenes claras, narración comprensible y una actividad práctica posterior puede convertirse en una experiencia completa. Cetina Pinilla (2025) afirma que la integración multisensorial potencia los procesos cognitivos y favorece un aprendizaje más significativo.

También hay un componente emocional en esta adaptación. Cuando un estudiante encuentra un recurso que se ajusta a su forma de aprender, se siente reconocido. Esa sensación de “esto sí lo entiendo” cambia la actitud frente al aprendizaje. La motivación crece, la confianza se fortalece. La educación deja de ser distante y se vuelve cercana, casi como una conversación que fluye.

Adaptar recursos visuales, auditivos y kinestésicos en ciencias naturales es una forma de abrir caminos. No todos avanzan al mismo ritmo ni por la misma ruta, y eso está bien. Como expresa Cetina Pinilla (2025), integrar estos canales desde la neuroeducación permite atender la diversidad en el aula y promover experiencias educativas más inclusivas, donde cada estudiante encuentra su manera de comprender y conectar con la ciencia.

1.3.- Aprendizaje cooperativo para la diversidad

El aprendizaje cooperativo en biología inclusiva se siente como una red que sostiene a todos. En lugar de avanzar en solitario, cada estudiante encuentra apoyo en el grupo, como si varias manos se entrelazaran para comprender la vida en sus múltiples formas.

En aulas diversas, esta dinámica transforma la experiencia educativa: ya no se trata de competir por respuestas, sino de construirlas juntos, respetando ritmos y miradas distintas que enriquecen el proceso.

Cuando se trabaja en equipo, cada voz adquiere un valor especial. Hay quien observa detalles, quien organiza ideas, quien hace preguntas que abren caminos. En ese intercambio, el conocimiento se vuelve más cercano. López (2026) señala que el aprendizaje cooperativo favorece la inclusión al promover la participación activa de estudiantes con diferentes necesidades, generando espacios donde todos pueden aportar desde sus capacidades y sentirse parte del proceso.

En ciencias naturales, esta forma de aprender cobra un sentido particular. Analizar un ecosistema, comprender la célula o interpretar un experimento se convierte en una tarea compartida. Un estudiante puede explicar con palabras sencillas lo que otro no logra entender desde el texto. Así, el conocimiento circula, se adapta, se reconstruye. López (2026) destaca que estas interacciones fortalecen tanto el aprendizaje académico como las habilidades sociales.

También hay algo emocional que se mueve en estos espacios. Sentirse escuchado, acompañado, comprendido, cambia la relación con el aprendizaje. La ansiedad disminuye cuando no se está frente a una tarea en aislamiento. En su revisión, López (2026) indica que el trabajo cooperativo contribuye a mejorar la autoestima y la motivación, especialmente en estudiantes con necesidades educativas diversas, quienes encuentran un entorno más acogedor.

El docente, en este escenario, actúa como guía que organiza y acompaña. Diseñar actividades cooperativas implica pensar en roles, tiempos y objetivos claros, pero también en la flexibilidad necesaria para que cada grupo funcione a su manera. No es una

estructura rígida; más bien, se parece a un tejido que se ajusta. Según López (2026), una adecuada planificación potencia los beneficios del aprendizaje cooperativo en entornos inclusivos.

En la práctica, pequeños gestos hacen grandes diferencias. Asignar roles rotativos, fomentar la escucha activa o plantear metas comunes ayuda a que todos participen. En biología, por ejemplo, un grupo puede dividir tareas para construir un modelo, analizar datos o presentar resultados. Cada acción se integra en un propósito mayor. López (2026) menciona que estas estrategias promueven la responsabilidad compartida y el compromiso colectivo.

El aprendizaje cooperativo también enseña a convivir con la diferencia. No todos piensan igual, y en esa diversidad aparece la riqueza. A veces hay desacuerdos, silencios, dudas... pero también acuerdos que nacen del diálogo. Este proceso forma tanto como el contenido académico. López (2026) resalta que la interacción entre pares fortalece habilidades como la empatía, la comunicación y la resolución conjunta de problemas.

En aulas inclusivas, esta metodología permite que nadie quede al margen. Quien necesita más tiempo puede encontrar apoyo; quien avanza con rapidez puede ayudar a otros sin perder interés. Se genera un equilibrio donde cada uno aporta y recibe. En palabras de López (2026), el aprendizaje cooperativo se consolida como una estrategia eficaz para atender la diversidad y favorecer la equidad en entornos educativos.

Además, el uso de tecnología puede potenciar estas dinámicas. Plataformas colaborativas, documentos compartidos o simulaciones interactivas permiten que el trabajo en equipo trascienda el espacio físico. Los estudiantes pueden construir conocimiento juntos, incluso a distancia. Este tipo de experiencias refuerza la idea de comunidad y amplía las oportunidades de participación.

Aprender en cooperación es aprender con sentido humano. No se trata únicamente de comprender la biología, sino de hacerlo en compañía, reconociendo que el conocimiento crece cuando se comparte. Tal como concluye López (2026), esta metodología fortalece entornos inclusivos al integrar a todos los estudiantes en experiencias significativas, donde cada diferencia se convierte en una oportunidad para aprender mejor y convivir con mayor respeto.

Figura 3

Aprendizaje cooperativo para la diversidad en el aula de biología



Capítulo 2



**Metodologías activas para
el aprendizaje biológico**

Entrar en una clase de biología puede ser, a veces, encontrarse con un territorio donde los conceptos parecen habitar en un plano lejano, suspendidos en definiciones que cuesta hacer propias. Sin embargo, hay otra forma de transitar ese espacio: aquella en la que el conocimiento se vuelve experiencia, donde cada pregunta abre una pequeña grieta por la que se filtra la curiosidad. Este capítulo se asoma a esa otra forma, a los caminos que se trazan cuando el aprendizaje decide respirar con ritmo propio. Aquí, la biología deja de ser un conjunto de respuestas para convertirse en un territorio de indagación compartida.

El aprendizaje basado en proyectos y los estudios de caso tienen esa cualidad: transforman la mirada del estudiante, que ya no se siente frente a un contenido ajeno, sino parte de una historia que también le pertenece. En genética, por ejemplo, hablar de herencia puede abrir conversaciones sobre rasgos familiares, sobre lo que se transmite más allá del ADN. Rivas Martínez et al. (2025) señalan que estas metodologías fortalecen la comprensión al vincular la teoría con situaciones cercanas, generando aprendizajes que no se desvanecen con el paso de los días.

En ecología, esa cercanía adquiere una textura aún más palpable. Salir a observar un ecosistema local, registrar cambios en el entorno, analizar el impacto de una problemática real... cada actividad devuelve al estudiante una sensación de protagonismo. Ya no se trata de memorizar definiciones sobre biodiversidad, sino de sentirla, de percibirla como algo que también depende de sus acciones. Rivas Martínez et al. (2025) destacan que este enfoque fomenta el pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentadas, habilidades que se quedan mucho más allá del aula.

Cuando se aborda la salud desde esta perspectiva, el aprendizaje se vuelve cercano de una manera distinta. Los estudiantes investigan hábitos, analizan factores de riesgo, proponen estrategias de prevención. No están estudiando algo que

ocurre en otro lugar; están reconociendo realidades que habitan en sus propias vidas. Esa conexión no es forzada, surge naturalmente cuando el contenido se presenta como algo que importa, algo que toca lo que cada uno lleva consigo.

El aprendizaje basado en la indagación añade otra capa a esta experiencia. Aquí, la pregunta no es un punto de partida que se abandona al encontrar una respuesta, sino un hilo que se sigue con paciencia. Díaz Linares (2023) afirma que esta estrategia promueve una participación activa del estudiante, fortaleciendo habilidades de análisis y pensamiento crítico. En biología, eso significa observar con atención, formular preguntas propias, y dejar que el error se convierta en parte del proceso, no en su final.

Hay algo casi artesanal en esa forma de aprender. Los estudiantes no reciben un producto terminado; lo construyen paso a paso, con sus dudas, con sus ensayos, con esos momentos de incertidumbre que luego se transforman en pequeños descubrimientos. Díaz Linares (2023) resalta que el ABI favorece la construcción de conocimientos a partir de la investigación guiada, permitiendo una comprensión más profunda. Cada hallazgo se siente propio, como si hubiera sido encontrado en lugar de entregado.

En ese proceso, el docente adquiere un rol que se aleja de la figura tradicional. Ya no es quien posee todas las respuestas, sino alguien que acompaña, que pregunta, que abre caminos sin imponer rutas. Lesmes Borda (2022) señala que las estrategias pedagógicas innovadoras fortalecen la comprensión al involucrar activamente al estudiante. Esa presencia cercana genera confianza, permite que el aula se convierta en un espacio donde la duda no da miedo, sino que se reconoce como parte del aprendizaje.

El docente como guía-investigador no camina delante ni detrás; camina a la par. Hay una forma de escuchar, de observar, de intervenir en el momento justo que hace que los estudiantes se

sientan sostenidos sin sentirse limitados. Lesmes Borda (2022) destaca que recursos como el podcast, por ejemplo, amplían las formas de aprender y fortalecen la motivación. En esa diversidad de herramientas, cada estudiante encuentra algún puente que lo conecta con lo que está estudiando.

Las emociones también tienen un lugar en este entramado. Enfrentarse a un problema real, investigar sin tener certezas inmediatas, proponer soluciones... todo eso genera un recorrido emocional que acompaña al aprendizaje. Hay momentos de inquietud, sí, pero también de satisfacción cuando una idea cobra sentido. Esa mezcla de sensaciones deja una huella distinta, más profunda, más durable que cualquier dato memorizado.

Este capítulo invita a pensar en la biología como algo que puede vivirse, no solo estudiarse. Cada metodología aquí abordada —el ABP, los estudios de caso, la indagación, el rol del docente— comparte una misma raíz: la convicción de que aprender tiene que ver con la experiencia, con la pregunta, con la compañía. Porque cuando el conocimiento se construye así, no queda confinado a un cuaderno; se lleva consigo, se convierte en parte de la manera de mirar el mundo.

2.1.- ABP y estudios de caso en genética, ecología y salud

El aprendizaje basado en proyectos y los estudios de caso abren una puerta distinta en la enseñanza de la biología. No es una puerta fría ni rígida, sino una que invita a entrar con curiosidad y quedarse con preguntas. Cuando se trabaja genética, ecología y salud desde esta mirada, el aula deja de ser un espacio de repetición y se vuelve un territorio vivo. Allí, cada estudiante encuentra un lugar, una voz, una razón para involucrarse más allá de memorizar conceptos.

En genética, el ABP permite que los contenidos cobren una textura más humana. Hablar de herencia ya no se limita a esquemas

en el cuaderno; se transforma en historias familiares, en rasgos visibles, en preguntas que conectan con la identidad. Según Rivas Martínez et al. (2025), esta metodología fortalece la comprensión al vincular la teoría con situaciones cercanas, generando aprendizajes más duraderos y significativos. Así, el conocimiento deja de sentirse distante.

Figura 4

Aprendizaje basado en problemas y estudios de caso en genética, ecología y salud



Cuando se integran estudios de caso, la genética se vuelve casi narrativa. Un caso sobre enfermedades hereditarias, por ejemplo, despierta empatía y reflexión. Se analizan datos, se discuten probabilidades, pero también se sienten las implicaciones. Hay silencios en el aula, miradas atentas, momentos en los que el aprendizaje toca fibras personales. Esa conexión emocional no distrae; al contrario, profundiza la comprensión y hace que el contenido permanezca.

En ecología, el ABP respira al ritmo de la naturaleza. Los estudiantes pueden trabajar con problemáticas reales: la contaminación de un río cercano, la pérdida de biodiversidad o el impacto del cambio climático en su entorno. Este enfoque

transforma la percepción del aprendizaje. Ya no se trata de conceptos abstractos, sino de realidades palpables. Rivas Martínez et al. (2025) destacan que el trabajo por proyectos fomenta el pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentadas.

Los estudios de caso en ecología permiten observar el mundo como un sistema interconectado. Analizar un ecosistema específico implica comprender relaciones, equilibrios y consecuencias. Hay algo casi poético en descubrir que una pequeña alteración puede desencadenar efectos amplios. Los estudiantes no olvidan fácilmente estas experiencias, porque las viven como descubrimientos propios, no como información impuesta.

En el ámbito de la salud, el ABP adquiere una dimensión especialmente cercana. Temas como la prevención de enfermedades, la nutrición o la salud pública se abordan desde proyectos que involucran investigación, análisis y propuestas. Los estudiantes se ven reflejados en lo que aprenden. No es un contenido ajeno; es parte de su vida diaria. Esa cercanía genera compromiso y una sensación de responsabilidad compartida.

Los estudios de caso en salud permiten comprender situaciones complejas con un enfoque integral. Analizar un brote epidemiológico o una problemática de salud comunitaria invita a considerar múltiples factores: sociales, biológicos, ambientales. Rivas Martínez et al. (2025) señalan que este tipo de metodologías promueve habilidades de análisis y resolución de problemas, fortaleciendo la capacidad de los estudiantes para enfrentar situaciones reales con criterio.

El ABP también transforma la dinámica del aula. Se siente un ambiente distinto, más colaborativo, más humano. Las ideas circulan, se contrastan, se enriquecen. Hay momentos de incertidumbre, pero también de descubrimiento. El error deja de ser un obstáculo y se convierte en parte del proceso. En ese espacio,

cada estudiante aporta desde su experiencia, y el aprendizaje se construye de manera colectiva.

Además, esta metodología permite integrar distintas áreas del conocimiento. La biología se conecta con la estadística, la ética, la comunicación. Todo fluye en un mismo proyecto. Esta integración no se percibe forzada; surge de manera natural cuando se trabaja con problemas reales. Rivas Martínez et al. (2025) indican que el ABP favorece una visión interdisciplinaria, enriqueciendo la comprensión y ampliando las perspectivas.

Trabajar genética, ecología y salud mediante ABP y estudios de caso deja una huella que va más allá del aula. No se trata únicamente de aprender contenidos, sino de formar una manera de pensar, de sentir y de actuar frente al mundo. Es un aprendizaje que se recuerda no por obligación, sino porque tocó algo profundo, algo que sigue acompañando incluso cuando la clase ya ha terminado.

2.2.- Aprendizaje basado en la indagación (ABI)

El aprendizaje basado en la indagación en biología tiene algo especial: despierta una chispa que no se apaga con facilidad. No se trata de recibir respuestas cerradas, sino de abrir preguntas que respiran curiosidad. En el aula, esa sensación se percibe en los gestos, en las manos que se levantan con entusiasmo, en las miradas que buscan sentido. Hay un cambio sutil pero profundo: aprender deja de ser una tarea y se convierte en una experiencia que involucra mente y emoción.

Cuando se trabaja desde la indagación, el conocimiento no llega como un paquete terminado. Se construye paso a paso, entre dudas, intentos y pequeñas certezas. Díaz Linares (2023) señala que esta estrategia promueve una participación activa del estudiante, fortaleciendo habilidades de análisis y pensamiento crítico. En biología, esto se traduce en observar con atención, formular preguntas propias y conectar ideas con lo que ya se ha vivido.

Hay algo casi artesanal en este proceso. Los estudiantes no repiten, elaboran. Tocaban el aprendizaje con sus propias manos, aunque sea de forma simbólica. Un experimento sencillo puede despertar sensaciones inesperadas: sorpresa, incertidumbre, incluso una ligera frustración que luego se transforma en satisfacción. Ese recorrido emocional deja huella. No es un camino lineal, pero sí profundamente significativo.

En temas como la célula o la genética, la indagación abre puertas que antes parecían cerradas. Ya no se trata de memorizar estructuras o procesos, sino de entenderlos desde la experiencia. Díaz Linares (2023) destaca que el ABI favorece la construcción de conocimientos a partir de la investigación guiada, lo que permite una comprensión más profunda. Así, cada descubrimiento se siente propio, como si hubiese sido encontrado en lugar de entregado.

En ecología, este enfoque se vuelve especialmente poderoso. Observar el entorno, registrar cambios, interpretar relaciones... todo adquiere un ritmo distinto. El aprendizaje se conecta con el entorno cercano, con lo que se puede ver, tocar y hasta oler. Hay hojas, tierra, agua, sonidos. La biología deja de ser abstracta y se convierte en algo tangible, casi palpable, que acompaña al estudiante incluso fuera del aula.

La indagación también transforma la relación con el error. En lugar de generar miedo, se convierte en una oportunidad para seguir buscando. Hay momentos de duda, claro, pero también de descubrimiento. Díaz Linares (2023) menciona que esta metodología permite desarrollar autonomía en el aprendizaje, fortaleciendo la capacidad de los estudiantes para enfrentar situaciones nuevas. Ese crecimiento no siempre es visible de inmediato, pero se siente.

El rol del docente cambia de manera notable. Ya no es quien entrega todas las respuestas, sino quien acompaña el proceso, quien orienta sin imponer. Es una presencia cercana, que escucha,

que plantea preguntas, que anima a seguir adelante. Este acompañamiento genera confianza. El aula se transforma en un espacio más humano, donde el aprendizaje fluye con mayor naturalidad.

Figura 5

Aprendizaje basado en la indagación (ABI) en contextos de ciencias biológicas



Además, el ABI fomenta el diálogo. Las ideas se comparten, se contrastan, se enriquecen. Hay momentos en los que una pregunta abre múltiples caminos, y cada estudiante aporta desde su mirada. Esa diversidad enriquece el aprendizaje. Díaz Linares (2023) resalta que esta estrategia favorece la interacción y el trabajo colaborativo, fortaleciendo habilidades sociales junto con las cognitivas.

En temas de salud, la indagación permite abordar situaciones reales con mayor profundidad. Analizar hábitos, investigar factores de riesgo, proponer acciones... todo se conecta con la vida cotidiana. El aprendizaje deja de sentirse lejano. Se vuelve cercano, necesario, incluso urgente. Hay una sensación de responsabilidad que aparece poco a poco, casi sin darse cuenta.

El aprendizaje basado en la indagación deja una marca distinta. No es un recuerdo borroso, sino una experiencia que permanece. Se recuerda la pregunta, el proceso, la emoción de

encontrar una respuesta. Díaz Linares (2023) afirma que esta metodología mejora la calidad del aprendizaje al involucrar activamente al estudiante. Y es cierto: cuando se aprende así, algo cambia por dentro, y ese cambio acompaña mucho más allá del aula.

2.3.- Rol del docente como guía-investigador

En el aula de biología, el docente como guía-investigador se siente distinto, casi como una presencia que acompaña en silencio activo. No impone rutas rígidas, más bien abre caminos posibles. Hay una cercanía que se percibe en la forma de escuchar, en las pausas que permiten pensar, en esa manera de mirar que invita a seguir intentando. El aprendizaje adquiere otra textura, menos mecánica, más humana, donde cada estudiante se reconoce parte de un proceso vivo.

Este rol implica moverse junto al estudiante, no delante ni detrás. Se trata de caminar a la par, con preguntas compartidas y curiosidades que se entrelazan. En lugar de entregar respuestas definitivas, el docente plantea inquietudes que despiertan reflexión. Lesmes Borda (2022) señala que las estrategias pedagógicas innovadoras fortalecen la comprensión al involucrar activamente al estudiante, y en ese sentido, el docente se convierte en un mediador que impulsa el descubrimiento.

Hay algo profundamente valioso en observar a un docente que investiga mientras enseña. No se presenta como alguien que lo sabe todo, sino como alguien que también busca, que también duda. Esa actitud genera confianza. Los estudiantes perciben autenticidad, sienten que no están frente a una figura distante, sino ante alguien que comparte el proceso. Y en esa conexión, el aprendizaje se vuelve más cercano, más real.

En biología, esta forma de enseñar cobra especial sentido. Los fenómenos naturales invitan a la observación, al

cuestionamiento constante. El docente guía-investigador propone actividades que despiertan la curiosidad: mirar una hoja con atención, analizar un pequeño ecosistema, registrar cambios en el entorno. Cada experiencia se convierte en una oportunidad para aprender desde la vivencia, no desde la repetición.

Figura 6

El rol del docente como guía-investigador en el aprendizaje de la biología



El uso de recursos digitales también forma parte de este rol. Herramientas como el podcast, por ejemplo, permiten ampliar las formas de aprender. Lesmes Borda (2022) destaca que estos recursos fortalecen procesos de comprensión y motivación, generando un vínculo más dinámico con el conocimiento. Escuchar, interpretar, reflexionar... todo se integra en una experiencia que va más allá del texto escrito.

Además, el docente guía-investigador fomenta la autonomía. No dirige cada paso, pero tampoco deja al estudiante sin orientación. Hay un equilibrio delicado, casi intuitivo. Se acompaña, se orienta, se anima a seguir adelante incluso cuando aparecen dudas. En ese proceso, el estudiante gana confianza, aprende a tomar decisiones y a sostener sus propias ideas con argumentos.

El aula, bajo esta mirada, se transforma en un espacio de diálogo constante. Las preguntas circulan, se cruzan, se enriquecen. No hay una única voz, sino muchas que se entrelazan. El docente escucha con atención, interviene en el momento justo, plantea nuevas rutas cuando es necesario. Lesmes Borda (2022) resalta la importancia de estrategias que promuevan la participación activa, y aquí esa participación se siente viva, auténtica.

También hay un componente emocional que no pasa desapercibido. Aprender desde la investigación implica enfrentar incertidumbre, y eso puede generar inquietud. El docente acompaña esos momentos, ofrece seguridad sin limitar la exploración. Hay palabras de aliento, gestos de apoyo, silencios que respetan el tiempo de cada estudiante. Todo suma en la construcción de un ambiente de confianza.

En temas de salud y ecología, este rol adquiere una dimensión aún más cercana. Investigar hábitos, analizar problemáticas ambientales, proponer acciones... todo se conecta con la vida cotidiana. El docente guía-investigador no se limita a transmitir información, sino que impulsa una mirada crítica y comprometida. El aprendizaje se siente útil, necesario, parte de la realidad.

Este enfoque deja una huella profunda. No se trata de recordar datos aislados, sino de haber vivido un proceso significativo. Lesmes Borda (2022) afirma que las estrategias pedagógicas innovadoras fortalecen la comprensión y el interés por aprender, y eso se percibe con claridad. Cuando el docente asume este rol, el aula se convierte en un espacio donde aprender tiene sentido, donde cada experiencia aporta algo que permanece.

Capítulo 3



**Tecnología inmersiva y
biología digital**

A veces, la biología parece habitar en un territorio que se resiste a ser visto. Las células permanecen invisibles, los órganos se esconden bajo capas de piel, y las especies se despliegan en una diversidad que abruma antes de ser comprendida. Pero entonces llega la tecnología con otra forma de acercarse, no para reemplazar la experiencia directa, sino para tender puentes hacia lo que antes resultaba esquivo. Este capítulo se adentra en esos puentes, en esas herramientas digitales que transforman lo inalcanzable en algo que puede observarse, manipularse, sentirse.

La realidad aumentada, por ejemplo, posee esa cualidad casi mágica de hacer visible lo que permanece oculto. Con un dispositivo en las manos, el cuerpo humano se despliega ante los ojos en capas sucesivas, como si la anatomía decidiera revelar sus secretos con paciencia. Solis Cayambe et al. (2026) destacan que estas tecnologías favorecen una comprensión más dinámica al integrar elementos visuales e interactivos. No se trata de un espectáculo vacío, sino de una experiencia que transforma la mirada.

Hay un momento particular en el aula cuando un estudiante acerca su dispositivo y observa, por primera vez, el recorrido de la sangre o la estructura de un órgano desde todos sus ángulos. La sorpresa se mezcla con la concentración, y la concentración con una especie de respeto silencioso. Solis Cayambe et al. (2026) señalan que estos recursos fortalecen la construcción de conocimientos al hacerlos más accesibles y significativos. Y esa accesibilidad cambia la relación con lo que se aprende.

Los laboratorios virtuales, por su parte, abren otra puerta: la de lo microscópico. Frente a una pantalla, la célula deja de ser un diagrama estático para convertirse en un escenario donde ocurren procesos que pueden observarse con calma. Lesmes Correa (2025) destaca que estas herramientas inmersivas fortalecen la comprensión al permitir una participación activa del estudiante.

Participar, en este caso, significa manipular, decidir, equivocarse sin miedo y volver a intentarlo.

Hay algo profundamente humano en esa posibilidad de experimentar sin las limitaciones del laboratorio tradicional. El error no castiga, enseña. Puedes ajustar variables, observar reacciones, detener el proceso para comprender cada paso. Lesmes Correa (2025) resalta que estos entornos favorecen la autonomía, permitiendo que cada estudiante avance a su ritmo. Y esa libertad, tan necesaria en el aprendizaje, se percibe en la tranquilidad con que se trabaja.

La inteligencia artificial, más reciente en el aula, llega con una promesa distinta: la de organizar lo que se desborda. Clasificar especies, analizar datos biológicos, encontrar patrones en medio de la complejidad... todo se vuelve más accesible cuando la tecnología acompaña el proceso. Fenollosa y Salguero-Gómez (2025) señalan que estas herramientas permiten procesar grandes volúmenes de información, facilitando la identificación y el estudio de organismos con mayor precisión.

Pero la IA no sustituye la observación; la afina. Al trabajar con ella, los estudiantes aprenden a fijarse en detalles que antes pasaban inadvertidos: la nervadura de una hoja, la forma de un ala, la distribución de una población. Fenollosa y Salguero-Gómez (2025) explican que el uso de Big Data junto con inteligencia artificial facilita la modelación de fenómenos complejos. Esa capacidad de modelar transforma datos dispersos en historias coherentes.

En cada una de estas herramientas hay un denominador común: amplían el campo de lo posible. Lo que antes requería instalaciones costosas o equipos inaccesibles ahora puede vivirse desde el aula con recursos más flexibles. No es tecnología por tecnología, sino tecnología puesta al servicio de una experiencia

educativa más rica, más cercana, más humana. Y eso se percibe en la forma en que los estudiantes se involucran.

También hay emociones que acompañan estos procesos. La sorpresa de ver un órgano flotando frente a los ojos, la satisfacción de manipular una célula virtual, el asombro ante un patrón que la IA ayuda a descubrir... todo eso forma parte del aprendizaje. No es un añadido superficial; es la materia con la que se construyen recuerdos duraderos, conexiones que permanecen mucho después de que la actividad termina.

Este capítulo invita a transitar por esos territorios donde la tecnología y la biología se encuentran para ofrecer algo más que información. Ofrecen experiencias, formas renovadas de mirar, maneras distintas de habitar el conocimiento. Porque cuando la célula se vuelve visible, cuando el cuerpo humano se despliega en capas, cuando los datos empiezan a contar su historia, la biología deja de ser una asignatura para convertirse en algo que se lleva consigo.

3.1.- Realidad aumentada (RA) para explorar el cuerpo humano

La realidad aumentada en el estudio del cuerpo humano llega como una brisa fresca al aula. De pronto, lo que antes estaba encerrado en páginas cobra volumen, forma, cercanía. Te acercas con el dispositivo en la mano y ahí aparece un corazón flotando frente a tus ojos, casi tangible. Hay asombro, claro, pero también una sensación de cercanía con lo que se aprende. La biología deja de sentirse lejana y empieza a respirarse en cada experiencia.

Cuando se trabaja con realidad aumentada, el cuerpo humano deja de ser una imagen plana. Se convierte en una estructura que se puede observar desde distintos ángulos, como si girara lentamente para mostrar sus secretos. Solis Cayambe et al. (2026) destacan que estas tecnologías favorecen una comprensión

más dinámica al integrar elementos visuales e interactivos, lo que fortalece el interés y la participación de los estudiantes. Y eso se nota en el aula, en la forma en que las miradas se mantienen atentas.

Figura 7

Aplicación de la realidad aumentada para la exploración del cuerpo humano



Hay un momento especial cuando un estudiante acerca su dispositivo y descubre capas del cuerpo que antes no lograba entender. La piel se abre en una representación digital, aparecen músculos, huesos, órganos. No hay miedo, hay curiosidad. Es una experiencia que mezcla ciencia y emoción. Esa mezcla deja una marca distinta, una que no se borra con facilidad.

En el estudio del sistema circulatorio, por ejemplo, la realidad aumentada permite observar el recorrido de la sangre de manera casi hipnótica. Se siguen trayectorias, se identifican conexiones, se comprende la relación entre cada parte. Solis Cayambe et al. (2026) mencionan que el uso de recursos tecnológicos interactivos fortalece la construcción de conocimientos al hacerlos más accesibles y significativos. Así, cada latido digital se convierte en una oportunidad de aprendizaje.

También hay algo muy humano en esta experiencia. Al observar el cuerpo desde dentro, surge una especie de respeto silencioso. Se entiende mejor su complejidad, su delicadeza. Ya no es una estructura abstracta; es algo que forma parte de uno mismo. Esa conexión transforma la forma en que se percibe la biología y, en muchos casos, despierta un interés más profundo por el cuidado personal.

La realidad aumentada no reemplaza la enseñanza tradicional, pero la enriquece de una manera especial. Se integra como una herramienta que amplía posibilidades. Solis Cayambe et al. (2026) afirman que estas tecnologías promueven entornos de aprendizaje más interactivos, donde el estudiante participa activamente en la construcción de su conocimiento. Y esa participación se siente, se vive en cada interacción.

El aula cambia cuando entra la realidad aumentada. Hay movimiento, hay diálogo, hay descubrimiento compartido. Los estudiantes comentan lo que ven, comparan observaciones, hacen preguntas que surgen de la experiencia directa. El aprendizaje se vuelve colectivo, casi como una conversación continua donde cada aporte suma.

En temas de anatomía, esta tecnología permite acercarse a detalles que antes resultaban difíciles de visualizar. Un órgano puede ampliarse, rotarse, observarse con calma. No hay prisa. Cada estudiante avanza a su ritmo, deteniéndose en lo que le genera mayor interés. Esa libertad aporta una sensación de control sobre el propio aprendizaje.

Además, la realidad aumentada despierta emociones que acompañan el proceso educativo. Hay sorpresa, curiosidad, incluso una pequeña fascinación al ver el cuerpo representado de manera tan cercana. Solis Cayambe et al. (2026) destacan que el uso de estas herramientas incrementa la motivación, lo que favorece una mayor

implicación en las actividades. Y cuando hay motivación, el aprendizaje fluye de otra manera.

Trabajar el cuerpo humano con realidad aumentada deja una experiencia difícil de olvidar. No es un recuerdo estático, es una vivencia que se mantiene presente. Se recuerda la sensación de descubrir, de observar, de comprender desde otro lugar. Y en ese recuerdo, la biología se transforma en algo más que una asignatura: se convierte en una experiencia que conecta con lo que somos.

3.2.- Laboratorios virtuales y simuladores celulares

Los laboratorios virtuales llegan al aula como una puerta abierta a lo invisible. De pronto, lo microscópico se vuelve cercano, casi íntimo. Frente a la pantalla, puedes observar una célula sin las limitaciones del microscopio físico, con una claridad que sorprende. Hay una sensación extraña y fascinante: estar frente a algo diminuto, pero comprenderlo con una amplitud que antes parecía lejana. La biología celular empieza a sentirse más viva, más accesible.

Trabajar con simuladores celulares transforma la experiencia de aprendizaje. Ya no se trata de mirar desde afuera, sino de interactuar, de tomar decisiones, de probar y volver a intentar. Lesmes Correa (2025) destaca que estas herramientas inmersivas fortalecen la comprensión al permitir una participación activa del estudiante. Y en ese proceso, cada acción tiene sentido, cada movimiento construye una idea más clara.

Hay momentos en los que manipular un simulador genera una especie de asombro silencioso. Ajustas variables, observas reacciones, te detienes a pensar. No hay prisa. La célula responde, cambia, se reorganiza. Esa dinámica convierte el aprendizaje en una experiencia casi experimental, aunque todo ocurra en un entorno digital. La sensación de control y descubrimiento se mezcla de manera natural.

En el estudio de procesos como la mitosis o la meiosis, los simuladores ofrecen una claridad que transforma la comprensión. Ver cada fase con detalle, detenerse, retroceder, observar de nuevo... todo contribuye a que el conocimiento se asiente de forma más firme. Lesmes Correa (2025) señala que el uso de simuladores permite visualizar procesos complejos, facilitando su asimilación de manera más efectiva.

También hay un componente emocional que acompaña esta experiencia. No es lo mismo leer sobre una célula que interactuar con ella, aunque sea de forma virtual. Hay curiosidad, interés, incluso una pequeña emoción al ver que lo aprendido cobra movimiento. Esa conexión emocional fortalece el vínculo con el conocimiento y lo hace más memorable.

Los laboratorios virtuales también brindan un espacio seguro para experimentar. No hay temor a equivocarse, no hay materiales que se pierdan o procedimientos que fallen de manera irreversible. El error se convierte en parte del proceso, en una oportunidad para aprender sin presión. Lesmes Correa (2025) resalta que estos entornos favorecen la autonomía, permitiendo que el estudiante avance a su propio ritmo.

El aula cambia cuando se integran estas herramientas. Hay más interacción, más conversación, más intercambio de ideas. Los estudiantes comparten lo que observan, comentan sus hallazgos, comparan resultados. El aprendizaje se vuelve colectivo, pero también personal. Cada quien vive la experiencia de manera distinta, y eso enriquece el proceso.

En biología molecular, los simuladores permiten acercarse a procesos que resultan abstractos en otros formatos. La replicación del ADN, la síntesis de proteínas... todo adquiere movimiento, secuencia, lógica visual. Lesmes Correa (2025) indica que estas herramientas contribuyen a una comprensión más profunda al

representar fenómenos que no pueden observarse directamente en el aula tradicional.

Figura 8

Uso de laboratorios virtuales y simuladores celulares en la enseñanza de la biología



Además, el uso de laboratorios virtuales despierta una motivación distinta. Hay interés genuino, una sensación de estar haciendo algo significativo. No es una tarea más, es una experiencia que invita a seguir explorando. Esa motivación impulsa el aprendizaje de una manera que difícilmente se logra con métodos más tradicionales.

Trabajar con simuladores celulares deja una huella especial. No se recuerda únicamente la información, sino la experiencia de haber interactuado, de haber descubierto por cuenta propia. Lesmes Correa (2025) afirma que estas herramientas enriquecen el proceso educativo al integrar tecnología y aprendizaje activo. Y esa integración se siente, permanece, acompaña incluso cuando la actividad ha terminado.

3.3.- IA para clasificar especies y analizar datos biológicos

La inteligencia artificial entra al aula de biología como una presencia silenciosa que, poco a poco, revela su fuerza. No llega con

estruendo, sino con la capacidad de organizar, reconocer y encontrar patrones donde antes había confusión. De pronto, clasificar especies deja de ser una tarea mecánica y se convierte en una experiencia dinámica. Frente a la pantalla, los datos toman forma, y lo que parecía complejo empieza a ordenarse con una claridad que sorprende.

Cuando trabajas con IA para identificar especies, ocurre algo interesante: la tecnología no reemplaza tu mirada, la acompaña. Tomas una imagen, la analizas, comparas características, y el sistema responde con posibles coincidencias. Fenollosa y Salguero-Gómez (2025) destacan que estas herramientas permiten procesar grandes volúmenes de información, facilitando la identificación y el estudio de organismos con mayor precisión. Esa precisión abre nuevas posibilidades para aprender con más profundidad.

Hay una sensación de descubrimiento constante. Cada clasificación no es un resultado frío, es un pequeño logro. Te detienes a observar detalles que antes pasaban desapercibidos: la forma de una hoja, la textura de una corteza, el patrón de un insecto. La IA ayuda, sí, pero también educa la mirada. Y en ese proceso, la biología se vuelve más cercana, más tangible, casi como si el entorno empezara a hablar.

En el análisis de datos biológicos, la IA actúa como una especie de brújula. Permite encontrar relaciones, identificar tendencias, comprender dinámicas que, a simple vista, resultarían abrumadoras. Fenollosa y Salguero-Gómez (2025) señalan que el uso de Big Data junto con inteligencia artificial facilita la modelación de fenómenos complejos, especialmente en el estudio de poblaciones. Así, lo que antes era un conjunto de números se transforma en una historia que puede leerse.

Trabajar con estos sistemas también despierta una curiosidad distinta. Ya no se trata únicamente de obtener

respuestas, sino de interpretar lo que aparece. ¿Por qué esta especie se distribuye de cierta manera? ¿Qué factores influyen en su crecimiento? Las preguntas surgen de forma natural, casi inevitable. Y en ese flujo de interrogantes, el aprendizaje se vuelve más activo, más comprometido.

Figura 9

Aplicación de la inteligencia artificial para la clasificación de especies y el análisis de datos biológicos



En el estudio de especies invasoras, la IA adquiere un papel especialmente interesante. Permite anticipar comportamientos, analizar riesgos, comprender patrones de expansión. Fenollosa y Salguero-Gómez (2025) explican que estas herramientas contribuyen a predecir dinámicas poblacionales, lo que resulta clave para la gestión ambiental. Esa capacidad de anticipación genera una sensación de responsabilidad frente al entorno.

El aula cambia cuando se incorporan estas tecnologías. Hay más interacción, más análisis, más discusión. Los estudiantes comparan resultados, cuestionan datos, proponen interpretaciones. No todo se acepta de inmediato; hay espacio para la duda, para el contraste. Esa dinámica enriquece el aprendizaje y lo hace más participativo.

También aparece una relación distinta con los datos. Ya no se perciben como cifras aisladas, sino como piezas de un

rompecabezas más amplio. Cada dato tiene un significado, una historia detrás. La IA ayuda a ordenar ese rompecabezas, pero eres tú quien le da sentido. Esa combinación entre tecnología y pensamiento humano crea una experiencia de aprendizaje más completa.

Hay, además, una emoción sutil en todo este proceso. Ver patrones que antes no se notaban, entender relaciones complejas, descubrir conexiones inesperadas... todo genera una satisfacción que va más allá de la tarea cumplida. Es una sensación de comprensión, de haber avanzado un poco más en el entendimiento del mundo natural.

Trabajar con inteligencia artificial en biología no se reduce a manejar herramientas digitales. Se trata de desarrollar una mirada más analítica, más sensible a los detalles, más consciente de las interacciones que dan forma a la vida. Fenollosa y Salguero-Gómez (2025) afirman que estas tecnologías amplían las posibilidades de investigación y análisis, y eso se refleja en el aula. El aprendizaje se transforma, y deja una huella que permanece.

Capítulo 4



Educación ambiental e
innovación sostenible

A veces, la escuela parece un lugar donde el conocimiento se guarda en papeles, esperando ser trasladado a cuadernos sin que ocurra algo más. Pero hay otra forma de habitar el aula, aquella en la que lo aprendido se toca, se transforma, se vuelve parte de lo que hacemos fuera de sus paredes. Este capítulo se asoma a esa otra forma, a esos proyectos que conectan la biología con las manos, con la tierra, con las decisiones cotidianas. Porque cuando el aprendizaje se siente útil, algo dentro cambia.

Los proyectos ecológicos y biotecnológicos en la escuela tienen esa cualidad de hacer tangible lo que antes parecía lejano. Plantar, observar, registrar, experimentar... cada acción se convierte en un pequeño acto de conocimiento que no se olvida. Beltrán Prieto (2025) menciona que las estrategias pedagógicas innovadoras fortalecen las competencias científicas al involucrar activamente a los estudiantes. Y esa participación activa se percibe en la energía distinta que recorre el aula.

Hay una conexión especial cuando el aprendizaje ocurre con las manos. Cuidar una planta, verla crecer día a día, notar sus cambios... todo genera un vínculo que va más allá de la comprensión intelectual. Es una relación que se construye con paciencia, con atención, con pequeños gestos repetidos. Beltrán Prieto (2025) destaca que el uso de recursos pedagógicos adecuados fortalece la comprensión de conceptos científicos, y en esa comprensión también habita la emoción.

En los proyectos biotecnológicos, lo invisible se vuelve protagonista. Trabajar con procesos como la fermentación o el cultivo de microorganismos abre una ventana a un mundo que normalmente no se ve. Hay asombro, curiosidad, una mezcla de expectativa y descubrimiento. Beltrán Prieto (2025) señala que estas estrategias permiten desarrollar habilidades prácticas y analíticas, y en ese desarrollo se encuentra una satisfacción que difícilmente se alcanza con otros métodos.

Los emprendimientos verdes y la economía circular añaden otra capa a esta experiencia. Aquí, el aprendizaje se cruza con el propósito, con la idea de que lo que se hace puede tener un impacto real en el entorno. Garcés Caicedo et al. (2025) señalan que la economía verde fortalece el pensamiento sostenible en los estudiantes, promoviendo iniciativas que integran el cuidado ambiental con el emprendimiento. Esa integración da sentido a cada paso.

Hay algo profundamente valioso en ver cómo una idea se transforma en algo tangible. Un proyecto que comenzó como una conversación se convierte en un producto, en una propuesta, en una solución. Garcés Caicedo et al. (2025) destacan que estas estrategias impulsan el desarrollo de habilidades emprendedoras, permitiendo que los estudiantes participen activamente en la construcción de propuestas sostenibles. Esa participación deja una marca difícil de borrar.

La gamificación, por su parte, introduce un ritmo distinto en el aprendizaje ambiental. El aula se convierte en un espacio donde los retos despiertan curiosidad, donde cada logro genera una pequeña alegría. Rendón Navarrete et al. (2024) destacan que la gamificación fortalece la motivación y la participación, permitiendo que los estudiantes se involucren activamente en su proceso educativo. Y esa motivación no es superficial; sostiene el interés a lo largo del tiempo.

En estas dinámicas, cada decisión cuenta. Elegir entre cuidar un recurso o agotarlo, entre gestionar residuos o ignorarlos... todo se convierte en parte de una experiencia que va dejando huella. Rendón Navarrete et al. (2024) señalan que estas estrategias promueven el trabajo colaborativo, fortaleciendo habilidades sociales junto con el aprendizaje de contenidos ambientales. El juego, entonces, no es un añadido; es un camino hacia la reflexión.

La conciencia ambiental que se construye desde estas experiencias no es un discurso aprendido, sino algo que nace de lo vivido. Al enfrentar retos, al superar obstáculos, al ver el impacto de las decisiones, se desarrolla una sensibilidad que permanece. Rendón Navarrete et al. (2024) resaltan que la gamificación permite aprender de manera activa, donde el error se convierte en una oportunidad de mejora. Esa perspectiva cambia la relación con el aprendizaje.

Este capítulo recorre experiencias donde la biología se encuentra con el hacer, con el propósito, con el juego. Proyectos ecológicos, emprendimientos sostenibles, dinámicas gamificadas... todas comparten una misma raíz: la convicción de que aprender tiene más fuerza cuando se vive. Porque cuando el conocimiento se construye con las manos, cuando se integra en decisiones reales, cuando se juega con intención, deja de ser algo externo para convertirse en parte de lo que somos y de lo que hacemos.

4.1.- Proyectos ecológicos y biotecnológicos escolares

Los proyectos ecológicos y biotecnológicos en la escuela tienen algo que se siente desde el primer momento: una mezcla de tierra, ideas y propósito. No son actividades aisladas, son experiencias que conectan con la vida diaria. Al plantar, observar, registrar o transformar materiales, el aprendizaje se vuelve cercano, casi palpable. Hay manos que se ensucian, miradas que se enfocan y una energía distinta que recorre el aula, como si cada acción tuviera un significado más amplio.

Cuando participas en un proyecto ecológico, empiezas a ver el entorno con otros ojos. El patio deja de ser un espacio común y se transforma en un pequeño laboratorio natural. Aparecen preguntas, nacen inquietudes. Beltrán Prieto (2025) menciona que las estrategias pedagógicas innovadoras fortalecen las competencias científicas al involucrar activamente a los

estudiantes, y en estos proyectos eso se percibe con claridad, en cada decisión y en cada hallazgo.

Figura 10

Desarrollo de proyectos ecológicos y biotecnológicos en el contexto escolar



Hay una conexión emocional que no pasa desapercibida. Cuidar una planta, observar su crecimiento, notar cambios día a día... todo genera un vínculo especial. No es una tarea más, es una relación que se construye con paciencia. Ese vínculo despierta responsabilidad, una sensación de cuidado que va más allá del aula y se extiende hacia el entorno cercano.

En los proyectos biotecnológicos, el aprendizaje adquiere un matiz distinto. Trabajar con procesos como la fermentación o el cultivo de microorganismos abre una ventana a lo invisible. Lo que no se ve a simple vista cobra importancia. Beltrán Prieto (2025) destaca que el uso de recursos pedagógicos adecuados fortalece la comprensión de conceptos científicos, permitiendo que los estudiantes desarrollen habilidades prácticas y analíticas.

Hay momentos de sorpresa que se quedan grabados. Ver un cambio en un experimento, notar una reacción inesperada, descubrir que algo funciona... todo genera una emoción difícil de describir. Es una mezcla de curiosidad y satisfacción. En esos

instantes, el aprendizaje se siente vivo, en movimiento, lejos de la rigidez de los contenidos memorizados.

El trabajo en equipo también adquiere un papel importante. Las ideas se comparten, se discuten, se ajustan. Hay acuerdos, desacuerdos, risas, silencios. Todo forma parte del proceso. Beltrán Prieto (2025) señala que las estrategias didácticas bien diseñadas favorecen el desarrollo de competencias científicas, y ese desarrollo se construye en interacción con otros, en ese intercambio constante.

Además, estos proyectos permiten integrar distintos saberes. La biología se conecta con la química, la tecnología, incluso con la comunicación. Elaborar un informe, presentar resultados, explicar procesos... todo forma parte del aprendizaje. Esa integración aporta una visión más amplia, más completa, que ayuda a entender la ciencia como un todo.

En el ámbito ambiental, estos proyectos generan una conciencia que se siente genuina. No es un discurso aprendido, es una experiencia vivida. Al trabajar con el entorno, al observar sus cambios, surge una preocupación real por su cuidado. Esa preocupación no se impone, nace de la experiencia, de lo que se ha visto y sentido.

También hay un componente creativo que aporta frescura al proceso. Diseñar soluciones, proponer mejoras, pensar en alternativas sostenibles... todo invita a ir más allá de lo esperado. Beltrán Prieto (2025) resalta que el uso de herramientas pedagógicas innovadoras potencia la capacidad de los estudiantes para desarrollar propuestas propias, y eso se refleja en cada proyecto.

Los proyectos ecológicos y biotecnológicos dejan una huella profunda. No se recuerdan como una actividad más, sino como una experiencia que involucró pensamiento, emoción y

acción. El aprendizaje se siente significativo, conectado con la realidad. Y en esa conexión, algo cambia: la forma de ver el entorno, de actuar frente a él, de entender que cada pequeña acción puede tener un impacto real.

4.2.- Emprendimientos verdes y economía circular

Hablar de emprendimientos verdes en la escuela tiene un aire distinto, casi esperanzador. No se trata de crear por crear, sino de pensar en aquello que puede aportar algo bueno al entorno. Hay una mezcla de ideas, valores y acción que se siente auténtica. Cuando empiezas a trabajar en una propuesta sostenible, el aprendizaje deja de ser abstracto. Se vuelve concreto, cercano, con un propósito que se percibe en cada decisión que tomas.

La economía circular aparece como una forma de mirar el mundo con otros ojos. Lo que antes se consideraba desecho empieza a verse como posibilidad. Un objeto cambia de significado, se transforma, encuentra una nueva vida. Garcés Caicedo et al. (2025) señalan que la economía verde fortalece el pensamiento sostenible en los estudiantes, promoviendo iniciativas que integran el cuidado ambiental con el emprendimiento. Esa integración genera una sensación de coherencia entre lo que se aprende y lo que se hace.

En el aula, estas ideas se traducen en proyectos que invitan a crear. Elaborar productos con materiales reciclados, diseñar propuestas que reduzcan el impacto ambiental, pensar en soluciones que aporten al entorno... todo forma parte del proceso. Hay momentos de entusiasmo, de prueba, de ajuste. No todo sale perfecto, pero cada intento deja una enseñanza que se siente valiosa.

Hay algo muy especial en ver que una idea cobra forma. Un proyecto que comenzó como una conversación se convierte en algo tangible. Ese paso de lo abstracto a lo real genera satisfacción.

Garcés Caicedo et al. (2025) destacan que estas estrategias pedagógicas impulsan el desarrollo de habilidades emprendedoras, permitiendo que los estudiantes participen activamente en la construcción de propuestas sostenibles.

También aparece una conexión emocional con el entorno. Al trabajar con la economía circular, se desarrolla una mayor sensibilidad hacia los recursos. Se percibe el valor de lo que se tiene, se cuestiona el consumo, se reflexiona sobre el impacto de las acciones. Esa reflexión no se queda en palabras, se traduce en decisiones concretas que forman parte del aprendizaje.

El trabajo en equipo adquiere un significado especial en estos proyectos. Las ideas se comparten, se enriquecen, se transforman. Hay diálogo, acuerdos, momentos de desacuerdo que también aportan. Garcés Caicedo et al. (2025) mencionan que el emprendimiento sostenible fomenta la participación activa y el desarrollo de competencias sociales, fortaleciendo la colaboración entre estudiantes.

Además, estos proyectos permiten conectar distintas áreas del conocimiento. La biología se relaciona con la economía, la tecnología, la creatividad. Todo se integra en una experiencia que tiene sentido. No se perciben límites claros entre asignaturas; más bien, se construye una visión amplia donde cada saber aporta algo al resultado final.

Hay una sensación de responsabilidad que aparece de forma natural. Al desarrollar un emprendimiento verde, se toma conciencia del impacto que puede tener cada acción. No es una responsabilidad impuesta, es algo que se siente. Garcés Caicedo et al. (2025) resaltan que la educación en economía verde promueve valores orientados al cuidado del ambiente, generando una actitud más comprometida.

También hay espacio para la innovación. Pensar en nuevas formas de aprovechar recursos, diseñar productos diferentes, proponer soluciones creativas... todo invita a ir más allá de lo habitual. Esa libertad para crear aporta entusiasmo al proceso y fortalece la confianza en las propias ideas.

Figura 11

Emprendimientos verdes y economía circular en la educación contemporánea



Trabajar emprendimientos verdes y economía circular deja una huella que va más allá del aula. No se trata únicamente de aprender conceptos, sino de desarrollar una forma de pensar y actuar. Garcés Caicedo et al. (2025) afirman que estas estrategias fortalecen el emprendimiento sostenible en los estudiantes, y eso se refleja en cada proyecto. El aprendizaje se convierte en una experiencia que conecta con la realidad y permanece en el tiempo.

4.3.- Gamificación para la conciencia ambiental

La gamificación en la educación ambiental tiene un encanto particular. De pronto, el aula se transforma en un espacio donde aprender se mezcla con jugar, donde cada reto despierta curiosidad y cada logro genera una pequeña alegría. No es una distracción; es una forma distinta de acercarse al conocimiento. Cuando participas en estas dinámicas, sientes que avanzas paso a

paso, como en una aventura que, sin darte cuenta, te va enseñando a mirar el entorno con más atención.

Los juegos diseñados con propósito ambiental despiertan emociones que acompañan el aprendizaje. Hay entusiasmo al iniciar, expectativa al enfrentar cada reto, satisfacción al superarlo. Rendón Navarrete et al. (2024) destacan que la gamificación fortalece la motivación y la participación, permitiendo que los estudiantes se involucren activamente en su proceso educativo. Esa participación no se siente forzada; surge de manera natural, casi espontánea.

En estas experiencias, cada decisión cuenta. Elegir entre cuidar un recurso o agotarlo, gestionar residuos o ignorarlos... todo se convierte en parte del juego. Y, poco a poco, esas decisiones dejan de ser ficticias para conectar con la vida real. Hay una reflexión que aparece sin imponerse, como una voz interna que invita a pensar en las consecuencias de cada acción.

El aula se llena de movimiento, de conversaciones, de risas que acompañan el proceso. No es ruido vacío; es interacción significativa. Los estudiantes comparten estrategias, comentan resultados, se animan entre ellos. Rendón Navarrete et al. (2024) señalan que estas estrategias promueven el trabajo colaborativo, fortaleciendo habilidades sociales junto con el aprendizaje de contenidos ambientales.

Hay momentos en los que el juego se vuelve casi simbólico. Cuidar un bosque virtual, restaurar un ecosistema, reducir la contaminación en una simulación... todo genera una conexión emocional con el entorno. Esa conexión no se queda en la pantalla; se traslada a la forma en que se percibe la realidad. Lo aprendido empieza a influir en la manera de actuar.

También hay espacio para el error, y eso resulta liberador. Perder puntos, tomar decisiones equivocadas, intentar de nuevo...

todo forma parte del proceso. Rendón Navarrete et al. (2024) resaltan que la gamificación permite aprender de manera activa, donde el error se convierte en una oportunidad de mejora. Esa perspectiva reduce la presión y fomenta una actitud más abierta hacia el aprendizaje.

Figura 12

Gamificación como estrategia para la conciencia ambiental en la educación biológica



La conciencia ambiental se construye poco a poco, casi sin darse cuenta. No es un discurso repetido, es una experiencia vivida. Al avanzar en el juego, al enfrentar sus retos, se desarrolla una comprensión más profunda sobre la importancia de cuidar el entorno. Esa comprensión tiene un matiz emocional que la hace más significativa.

Además, la gamificación permite integrar distintos contenidos de manera natural. La biología, la ética, la tecnología... todo se entrelaza en una experiencia que tiene sentido. No se perciben como áreas separadas, sino como partes de un mismo aprendizaje que fluye con coherencia.

Hay una satisfacción especial al ver el progreso. Avanzar niveles, alcanzar metas, mejorar resultados... todo genera una sensación de logro que motiva a seguir. Rendón Navarrete et al. (2024) destacan que estas dinámicas incrementan el interés por

aprender, favoreciendo una mayor implicación en las actividades educativas.

La gamificación deja una huella que va más allá del momento de juego. Lo que se aprende permanece, se integra en la forma de pensar y actuar. No es un recuerdo pasajero; es una experiencia que transforma. Y en esa transformación, la conciencia ambiental se fortalece, creciendo de manera natural en cada estudiante.

Capítulo 5



Investigación científica
escolar

Hay un momento en el aprendizaje de las ciencias que se siente distinto: aquel en que la curiosidad deja de ser pasiva y se convierte en pregunta formulada con intención. No es simplemente querer saber, sino decidir averiguar, trazar un camino propio entre la incertidumbre y el descubrimiento. Este capítulo se adentra en ese territorio, donde el método científico deja de ser un conjunto de pasos impuestos y se vuelve una herramienta viva, una compañera de viaje que orienta sin rigidizar, que acompaña el ritmo de cada indagación.

Diseñar un experimento en la escuela es, en esencia, aprender a habitar la pregunta. No se trata de repetir procedimientos preestablecidos, sino de construir un andamiaje que sostenga la propia curiosidad. Cada paso, desde la hipótesis hasta la recolección de datos, se convierte en una decisión que implica pensar, anticipar, ajustar. Lino et al. (2024) señalan que el diseño experimental favorece la organización sistemática del pensamiento y la toma de decisiones basadas en evidencia. Así, lo que parece técnico se vuelve profundamente humano.

En ese proceso, el error adquiere un significado distinto. Deja de ser un obstáculo para convertirse en una pista, en una vuelta necesaria dentro del camino. El estudiante aprende que las respuestas no siempre llegan con rapidez, y que a veces los resultados más valiosos nacen de lo inesperado. Esa flexibilidad mental, esa capacidad de sostener la duda mientras se sigue buscando, se cultiva en cada diseño experimental bien acompañado.

Las plataformas colaborativas irrumpen en este escenario como aliadas silenciosas pero potentes. Google Science Journal, LabX, entre otras, permiten que los datos tomen forma, que las observaciones se registren con precisión y que el trabajo en equipo adquiera una fluidez distinta. Tumaco Figueroa et al. (2025) destacan que la integración de herramientas digitales favorece la interacción dinámica y el aprendizaje significativo mediante

recursos tecnológicos interconectados. La tecnología, entonces, no distancia, sino que acerca.

Hay una emoción particular al ver transformarse un registro en una gráfica, al comprobar que las mediciones propias tienen sentido, al compartir un resultado con otros que también están explorando. Esa emoción no es un añadido superficial, sino parte del aprendizaje. Porque cuando la ciencia se hace con las propias manos, cuando se comparte con otros, algo cambia en la relación con el conocimiento: se vuelve más cercano, más propio.

La difusión de resultados, ya sea en ferias escolares o en repositorios digitales, añade una capa de sentido que cierra el ciclo de la indagación. Presentar un proyecto implica explicarlo, defenderlo, abrirlo a la mirada de otros. Moreno Mandarachi (2025) señala que la socialización de resultados fortalece la comprensión del propio proceso investigativo, porque al narrar lo descubierto se reorganiza el pensamiento y se consolidan las ideas.

En una feria, los carteles cuentan historias que nacieron en el silencio del aula. Hay nervios, sí, pero también orgullo. La ciencia deja de ser una tarea para convertirse en un puente con la comunidad, en una conversación donde el estudiante se reconoce como alguien que tiene algo valioso para decir. Esa experiencia de ser escuchado, de responder preguntas, de dialogar, deja una huella difícil de borrar.

Los repositorios digitales amplían ese alcance. Lo que antes se quedaba en un día de feria ahora puede permanecer accesible, ser consultado por otros, incluso en otros momentos y lugares. Moreno Mandarachi (2025) afirma que las plataformas digitales permiten extender el alcance de los proyectos, generando visibilidad y continuidad en el tiempo. Publicar implica cuidar la claridad, pensar en audiencias diversas, y también dejar un rastro que otros puedan seguir.

En esta combinación entre experimentación, tecnología y difusión, el rol del docente se transforma en un acompañamiento atento. No es quien entrega respuestas, sino quien abre posibilidades, quien sugiere sin imponer, quien ayuda a que cada estudiante encuentre su propia voz en el proceso investigativo. Ese acompañamiento genera confianza, y la confianza permite arriesgarse a preguntar, a probar, a equivocarse con libertad.

Este capítulo transita por los caminos que convierten la indagación científica en una experiencia formativa integral. Porque cuando se diseña con intención, cuando se trabaja con herramientas que potencian la colaboración, cuando los resultados se comparten con otros, la ciencia escolar deja de ser un ejercicio académico aislado. Se vuelve una práctica viva, un modo de pensar y de relacionarse con el mundo que permanece, que acompaña, que sigue abriendo preguntas incluso después de que la clase ha terminado.

5.1.- Diseño de experimentos con base en el método científico

El diseño de experimentos en la escuela se siente como abrir una puerta hacia lo desconocido, pero con una linterna en la mano. No es un salto al vacío, es un caminar guiado por preguntas que nacen de la curiosidad cotidiana. Cuando un estudiante observa un fenómeno y decide indagarlo, comienza un viaje donde cada paso tiene intención. Allí, el método científico deja de ser teoría y se transforma en una herramienta viva, cercana, casi como una brújula que orienta sin imponer.

En ese proceso, la formulación de preguntas se convierte en un momento íntimo. Es el instante en que el pensamiento se detiene y se atreve a cuestionar lo evidente. Una pregunta bien construida abre caminos, despierta interés y conecta con experiencias personales. A veces nace de algo tan simple como ver

una planta crecer diferente en dos macetas. Esa chispa inicial, pequeña pero intensa, marca el ritmo de todo el experimento.

Figura 13

Diseño de experimentos basado en el método científico en el contexto escolar



Luego aparece la hipótesis, que no es más que una apuesta razonada, una intuición vestida de lógica. El estudiante se posiciona, toma una postura, se arriesga a decir “esto podría pasar”. Ese acto, aunque parezca sencillo, fortalece la confianza y el pensamiento crítico. Como señalan Lino et al. (2024), el diseño experimental “favorece la organización sistemática del pensamiento y la toma de decisiones basadas en evidencia”, lo que permite que cada idea tenga un sustento más firme.

El momento de identificar variables añade una capa de orden que tranquiliza la mente. Se decide qué cambiar, qué observar y qué mantener constante. Es como preparar un escenario donde cada elemento tiene un papel claro. En ese orden aparece una sensación de control, de equilibrio. Los estudiantes empiezan a comprender que investigar no es improvisar, sino construir condiciones que permitan ver con claridad lo que antes parecía confuso.

Cuando se estructura el procedimiento, todo cobra forma. Los pasos se alinean como una coreografía cuidadosamente pensada. Cada acción tiene un propósito, cada medición una intención. Aquí el experimento deja de ser una idea y se convierte en acción. Hay emoción, pero también disciplina. Esa combinación genera una experiencia significativa, donde aprender no se siente impuesto, sino vivido en cada decisión tomada.

La recolección de datos introduce un ritmo distinto. Es un momento más pausado, donde la observación exige atención y paciencia. Cada número registrado guarda una historia, cada resultado es una pista. Según Lino et al. (2024), el uso de herramientas estadísticas fortalece la interpretación de estos datos, permitiendo que “el análisis sea más preciso y comprensible para los estudiantes”. Así, los números dejan de ser fríos y empiezan a hablar.

El análisis de resultados es como armar un rompecabezas. Poco a poco, las piezas encajan y revelan una imagen más completa. A veces los resultados coinciden con lo esperado, otras veces sorprenden. Y en esa sorpresa hay aprendizaje. El error no se siente como fracaso, sino como una oportunidad para pensar distinto. Ese giro en la mirada transforma la experiencia en algo profundamente formativo.

Las conclusiones llegan como un cierre que no cierra del todo. Son respuestas, sí, pero también nuevas preguntas. El estudiante reflexiona, conecta ideas, reconoce patrones. En ese momento, se da cuenta de que investigar no es encontrar verdades absolutas, sino construir conocimiento paso a paso. Lino et al. (2024) destacan que este proceso fortalece la autonomía intelectual, ya que el estudiante aprende a interpretar y argumentar con base en evidencia.

Compartir los resultados añade un componente humano que enriquece todo el proceso. Explicar lo que se hizo, escuchar

otras opiniones, defender ideas... todo eso fortalece la comunicación y la seguridad. Hay nervios, pero también orgullo. Es el momento de decir: “esto lo descubrí yo”. Y esa sensación, tan auténtica, deja una huella que va más allá del aula.

Diseñar experimentos en la escuela no es únicamente aprender ciencia. Es aprender a pensar, a cuestionar, a observar con atención. Es descubrir que el conocimiento no está lejos, sino en lo cotidiano, esperando ser comprendido. Y cuando ese descubrimiento ocurre, algo cambia por dentro. Se despierta una mirada más crítica, más sensible, más curiosa. Una mirada que, sin darse cuenta, ya no vuelve a ser la misma.

5.2.- Uso de plataformas colaborativas (Google Science Journal, LabX)

En el aula actual, las plataformas colaborativas se sienten como un puente vivo entre la curiosidad y el descubrimiento. No se trata únicamente de usar tecnología, sino de transformar la experiencia de investigar en algo compartido, casi como una conversación constante entre estudiantes, docentes y datos. Herramientas como Google Science Journal o LabX permiten registrar, observar y analizar fenómenos con una cercanía que despierta entusiasmo. Así, la ciencia deja de percibirse distante y empieza a sentirse cercana, tangible, casi al alcance de la mano.

Cuando un estudiante abre Google Science Journal, no abre una aplicación cualquiera, abre una ventana a la experimentación. Los sensores del dispositivo capturan sonidos, luz o movimiento, convirtiendo lo cotidiano en datos que cuentan historias. Esa interacción genera una chispa especial: medir el pulso de una experiencia se vuelve emocionante. En ese instante, el aprendizaje deja de ser abstracto y adquiere cuerpo, ritmo, una especie de pulso propio que acompaña cada descubrimiento.

LabX, por su parte, ofrece un entorno donde la colaboración se convierte en el corazón del proceso científico. Allí, compartir resultados, contrastar hipótesis y construir conocimiento colectivo deja de ser una tarea mecánica. Se siente más bien como armar un rompecabezas entre varias manos. Cada aporte tiene valor, cada error se convierte en una oportunidad. Y en ese tejido colaborativo, el aprendizaje adquiere una profundidad que difícilmente se logra en solitario.

Estas plataformas no actúan de manera aislada; se integran con entornos como Google Classroom, creando ecosistemas digitales que facilitan la organización del trabajo científico escolar. Según Tumaco Figueroa et al. (2025), la integración de herramientas digitales “favorece la interacción dinámica y el aprendizaje significativo mediante recursos tecnológicos interconectados” (p. 628). Esta articulación permite que los estudiantes transiten con fluidez entre la recolección de datos, el análisis y la socialización de resultados.

Hay algo casi íntimo en observar datos que uno mismo ha generado. Ver una gráfica construida a partir de un experimento propio provoca una sensación de logro difícil de describir. Es como mirar una huella que confirma el camino recorrido. Las plataformas colaborativas potencian esa experiencia, ya que permiten compartir esas huellas con otros, recibir retroalimentación y enriquecer la interpretación. Así, el conocimiento deja de ser estático y se convierte en un proceso en constante construcción.

Además, estas herramientas fomentan habilidades que van más allá del contenido científico. La comunicación, el pensamiento crítico y la capacidad de trabajar en equipo se desarrollan de manera natural. Como señalan Tumaco Figueroa et al. (2025), las plataformas digitales “promueven entornos interactivos que fortalecen competencias transversales en los estudiantes” (p. 630). En ese sentido, la tecnología no reemplaza al docente, sino que amplía sus posibilidades pedagógicas.

En el aula, el uso de estas plataformas también transforma la dinámica emocional del aprendizaje. La participación activa genera motivación, y la posibilidad de experimentar con libertad reduce el miedo al error. Se crea un ambiente donde equivocarse no pesa, sino que impulsa. Esa sensación de confianza es fundamental, porque permite que los estudiantes se arriesguen a pensar, a preguntar, a intentar una vez más.

Figura 14

Uso de plataformas colaborativas digitales en la investigación científica escolar



A medida que se incorporan estas herramientas, el rol del docente también se reconfigura. Ya no es únicamente quien transmite información, sino quien guía, acompaña y orienta el proceso investigativo. Es como un faro que ilumina sin imponer el camino. En ese acompañamiento, las plataformas colaborativas se convierten en aliadas que facilitan el seguimiento y la retroalimentación en tiempo real.

También es importante reconocer que el acceso y la familiaridad con estas tecnologías influyen en su aprovechamiento. No todos los estudiantes parten del mismo punto, y ahí surge la necesidad de acompañar con sensibilidad. La tecnología puede abrir puertas, pero requiere mediación pedagógica para que nadie quede fuera. En palabras de Tumaco Figueroa et al. (2025), la

implementación efectiva de herramientas digitales depende de una integración pedagógica adecuada (p. 632).

El uso de plataformas como Google Science Journal y LabX en la investigación científica escolar no se limita a mejorar procesos técnicos. Se trata de construir experiencias que conecten con la curiosidad, que despierten preguntas y que hagan del aprendizaje algo vivo. Porque cuando la ciencia se comparte, se siente distinta. Se vuelve más humana, más cercana, más real. Y en ese encuentro, el conocimiento deja de ser una meta lejana y se convierte en un camino que vale la pena recorrer.

5.3.- Difusión de resultados en ferias y repositorios digitales

La difusión de resultados en ferias escolares es ese instante en el que el trabajo silencioso del aula respira aire público. Los proyectos, que nacieron entre dudas y borradores, se presentan con una mezcla de orgullo y nervios. Hay carteles que cuentan historias, maquetas que invitan a tocar, miradas que buscan aprobación. En ese espacio compartido, la ciencia deja de ser un ejercicio interno y se convierte en un puente con la comunidad, donde cada explicación es una pequeña conquista.

En las ferias, el lenguaje cambia. Ya no basta con saber; hay que narrar. El estudiante se vuelve mediador entre el conocimiento y quienes escuchan, ajustando palabras, ritmo y ejemplos. Esa adaptación genera seguridad y, al mismo tiempo, revela vacíos que invitan a seguir aprendiendo. Moreno Mandarachi (2025) señala que “la socialización de resultados fortalece la comprensión del propio proceso investigativo”, porque al explicarlo, se reorganiza el pensamiento y se consolidan las ideas.

El ambiente de una feria tiene algo de celebración. Los colores, los sonidos, las conversaciones cruzadas construyen una atmósfera viva. Cada proyecto es una ventana distinta: uno habla

de plantas medicinales, otro de energías alternativas, otro de hábitos saludables. El visitante recorre, pregunta, se detiene. Y en ese recorrido, el conocimiento circula, se comparte, se transforma en algo colectivo, dejando una huella que trasciende el aula.

Figura 15

Difusión de resultados científicos en ferias y repositorios digitales educativos



Los repositorios digitales amplían ese escenario. Lo que antes se quedaba en un día de feria ahora puede permanecer disponible, accesible desde cualquier lugar. Subir un informe, un video o una presentación implica cuidar detalles, pensar en audiencias diversas. Según Moreno Mandarachi (2025), “las plataformas digitales permiten extender el alcance de los proyectos, generando visibilidad y continuidad en el tiempo”, lo que convierte a cada trabajo en una pieza viva dentro de un archivo en constante crecimiento.

Publicar en un repositorio también despierta una sensación distinta. Hay una responsabilidad silenciosa: lo que se comparte puede ser leído por alguien desconocido, en otro momento, en otro espacio. Esa idea motiva a revisar, a mejorar la claridad, a cuidar la presentación. No es únicamente cumplir con una tarea; es dejar un rastro que otros pueden seguir, cuestionar o ampliar, creando una cadena de aprendizajes conectados.

Las ferias virtuales, por su parte, combinan lo mejor de ambos mundos. Permiten presentar proyectos con recursos interactivos, integrar videos, gráficos animados, enlaces. La experiencia cambia, pero la emoción permanece. Moreno Mandarachi (2025) destaca que estas plataformas “favorecen la interacción asincrónica y la retroalimentación continua”, lo que abre la puerta a comentarios más reflexivos y a diálogos que no se limitan a un momento específico.

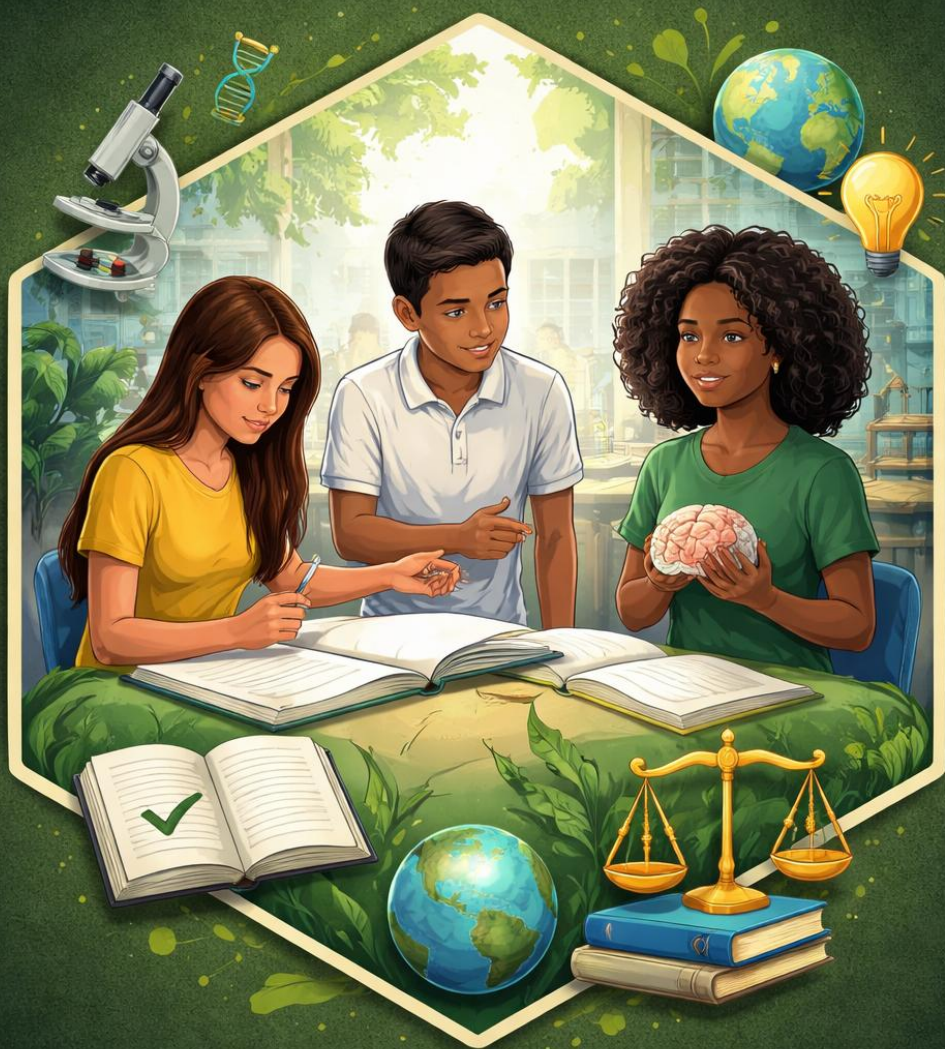
En este proceso, la retroalimentación adquiere un valor especial. En una feria presencial, una pregunta inesperada puede abrir nuevas líneas de pensamiento. En un repositorio, un comentario puede generar ajustes, mejoras, incluso nuevas investigaciones. Esa interacción, a veces breve, a veces profunda, alimenta el crecimiento del estudiante, que aprende a escuchar, a responder y a replantear sus ideas.

También hay un componente emocional que no pasa desapercibido. Presentar un proyecto implica exponerse, mostrar un trabajo que tiene horas de esfuerzo, dudas, intentos fallidos. Recibir una sonrisa, una pregunta interesada o una observación constructiva puede cambiar la percepción del propio trabajo. Se siente reconocimiento, pero también impulso para seguir avanzando, como si cada comentario encendiera una pequeña chispa.

La difusión, en cualquiera de sus formas, contribuye a formar ciudadanos más críticos y participativos. No se trata únicamente de comunicar resultados, sino de comprender que el conocimiento tiene un lugar en la sociedad. Moreno Mandarachi (2025) afirma que “la digitalización de procesos de difusión fortalece la participación y la colaboración”, lo que refleja una educación que dialoga con su entorno y se proyecta hacia nuevas posibilidades.

Tanto las ferias como los repositorios son escenarios donde la ciencia escolar encuentra su voz. Una voz que a veces tiembla, pero que se vuelve más firme con cada experiencia. Entre carteles, pantallas y conversaciones, se construye algo más que conocimiento: se construye confianza, sentido de pertenencia y la certeza de que cada idea, por pequeña que parezca, puede resonar en otros.

Capítulo 6



Ética, bioética y
pensamiento crítico

Hay un momento en el camino del conocimiento que no se resuelve con datos ni con experimentos. Es ese instante en que la ciencia se detiene ante sí misma y pregunta: ¿vale la pena ir más allá? ¿Qué se gana, qué se pierde, qué se cuida? Este capítulo se adentra en ese territorio, donde la biología se encuentra con la ética, donde cada avance científico trae consigo preguntas que no responden los microscopios ni los algoritmos. Porque investigar la vida también implica preguntarse cómo queremos habitarla.

La ética en la investigación biológica no es una capa añadida, un adorno moral que se coloca sobre los resultados. Es más bien la columna que sostiene cada decisión, desde el diseño del experimento hasta la difusión de los hallazgos. Torres Rodríguez y Gutiérrez Gutiérrez (2023) recuerdan que la calidad de vida y la dignidad deben mantenerse como ejes centrales en cualquier proceso investigativo. Esa idea transforma la ciencia en una práctica de cuidado, no solo de producción.

En cada intervención sobre lo vivo, ya sea un organismo, un ecosistema o un tejido humano, hay una responsabilidad que pesa con delicadeza. No se trata de frenar el avance, sino de orientarlo con conciencia. La ética funciona como esa mano que sostiene sin aprisionar, que permite avanzar sin perder de vista qué se deja atrás. En ese equilibrio, la investigación biológica se vuelve más humana, más consciente de sus límites y de su poder.

Los dilemas científicos contemporáneos —clonación, transgénicos, inteligencia artificial biológica— nos confrontan con un vértigo que no es nuevo, pero sí más intenso. La posibilidad de replicar la vida, de modificarla, de entrelazarla con algoritmos, despierta fascinación y, al mismo tiempo, una pregunta profunda sobre los límites. Como señalaron Wilmut et al. (1997) tras la clonación de Dolly, el avance técnico no disuelve la inquietud ética; al contrario, la vuelve más urgente.

En esos dilemas, no hay respuestas únicas. Cada sociedad, cada comunidad, cada persona interpreta de manera distinta qué significa intervenir en la vida. Lo que para unos es esperanza, para otros es un riesgo que prefiere no correr. Esa diversidad de miradas no es un obstáculo para el diálogo, sino su materia prima. Porque en la tensión entre posiciones distintas nace una reflexión más rica, más nutrida por la experiencia compartida.

Argumentar sobre estos temas desde un enfoque inclusivo transforma el debate en un espacio donde todas las voces tienen lugar. No se trata de imponer una postura, sino de construir entendimiento, de escuchar con atención, de permitir que el desacuerdo sea un puente, no un muro. Fuentes Rodríguez (2023) señala que la argumentación no es ajena a las transformaciones sociales que atraviesan el lenguaje, lo que implica repensar constantemente nuestras formas de decir y de escuchar.

En ese intercambio, el lenguaje inclusivo se convierte en una herramienta que abre puertas. Las palabras pueden abrazar o herir, incluir o dejar fuera. Elegirlas con cuidado no es una exigencia política, sino un acto de respeto hacia quienes participan de la conversación. Fuentes Rodríguez (2023) menciona que el lenguaje inclusivo plantea tensiones entre tradición y cambio, lo que refleja una realidad compleja, viva, que se negocia en cada diálogo.

El debate inclusivo también implica reconocer que no todas las voces se expresan con la misma facilidad. Hay quienes necesitan más tiempo, otros prefieren escribir antes de hablar, algunos encuentran en el silencio una forma de participación. Un enfoque que valora la diversidad sabe leer esas diferencias y las integra como parte de la riqueza del intercambio, no como un obstáculo que sortear.

También hay emociones en juego. Hablar de clonación, de transgénicos, de inteligencia artificial aplicada a la vida despierta miedos, esperanzas, rechazos, entusiasmos. Ignorar esa dimensión

emocional empobrece el debate. Por el contrario, reconocerla permite que la argumentación no sea fría, sino humana, conectada con lo que cada persona siente y piensa desde su experiencia, desde su historia.

Este capítulo transita por los lugares donde la biología se encuentra con la pregunta ética, donde los dilemas se discuten con argumentos y también con sensibilidad. Porque aprender a investigar la vida no es únicamente adquirir técnicas, sino también desarrollar criterio, empatía, capacidad de sostener el desacuerdo sin romper el diálogo. Y en ese aprendizaje, la ciencia deja de ser un saber distante para convertirse en una práctica que nos habla de quiénes somos y de qué mundo queremos construir.

6.1.- Ética en la investigación biológica

Hablar de ética en la investigación biológica es detenerse un momento antes de avanzar, como quien respira hondo antes de cruzar un puente delicado. No se trata únicamente de generar conocimiento, sino de preguntarse a quién afecta, a quién beneficia y qué huellas deja en el camino. En cada experimento hay decisiones que pesan, pequeñas y grandes, y todas ellas construyen la confianza o la rompen. La ciencia, en ese sentido, no es fría: está atravesada por valores, por cuidado y por responsabilidad.

Cuando se investiga con seres vivos, la ética deja de ser una idea abstracta y se vuelve una presencia constante. Está en el trato a los animales, en el respeto a los ecosistemas, en la manera en que se recogen y utilizan los datos humanos. Cada acción tiene consecuencias que van más allá del laboratorio. Torres Rodríguez y Gutiérrez Gutiérrez (2023) recuerdan que la calidad de vida y la dignidad deben mantenerse como ejes centrales en cualquier proceso investigativo.

Hay momentos en los que la curiosidad científica puede empujar hacia adelante con fuerza, casi como una corriente que

arrastra. Sin embargo, la ética actúa como una orilla firme que orienta ese impulso. No todo lo que puede hacerse debería hacerse. Esta idea, tan sencilla en apariencia, encierra una profundidad enorme. Implica detenerse, cuestionar, incluso renunciar a ciertos caminos cuando el costo humano o ambiental resulta demasiado alto.

Figura 16

Ética en la investigación biológica en contextos educativos y científicos



En el ámbito de la salud, este tema adquiere una sensibilidad especial. Investigar enfermedades, tratamientos o intervenciones implica entrar en territorios donde hay dolor, esperanza y vulnerabilidad. Según Torres Rodríguez y Gutiérrez Gutiérrez (2023), la atención a las condiciones de vida de las personas, especialmente en etapas como el envejecimiento, exige un compromiso ético que trasciende los resultados científicos y se enfoca en el bienestar integral.

También está el tema del consentimiento, que no es un simple documento firmado. Es un acto de confianza. Las personas que participan en investigaciones entregan parte de su historia, de su cuerpo, de su tiempo. Y esperan, con razón, que esa entrega sea respetada. Cuando ese pacto se cuida, la ciencia se vuelve más humana; cuando se rompe, deja cicatrices difíciles de borrar.

La ética, además, invita a mirar las desigualdades. No todas las poblaciones tienen las mismas oportunidades ni enfrentan los mismos riesgos. Investigar en comunidades vulnerables sin considerar sus realidades puede convertirse en una forma de injusticia. Por eso, el compromiso ético incluye escuchar, dialogar y reconocer las voces que a veces han sido ignoradas. Es un ejercicio de humildad, más que de autoridad.

En la investigación biológica, la tecnología abre puertas fascinantes: edición genética, biotecnología, inteligencia artificial aplicada a la salud. Cada avance despierta entusiasmo, pero también preguntas profundas. ¿Hasta dónde avanzar? ¿Qué límites respetar? En ese equilibrio, la ética funciona como una brújula que no da respuestas automáticas, pero sí orienta decisiones con sentido humano.

Hay algo profundamente valioso en reconocer que el error también forma parte del camino científico. Sin embargo, ocultarlo o manipular datos rompe la esencia misma de la investigación. La honestidad no es negociable. Como señalan Torres Rodríguez y Gutiérrez Gutiérrez (2023), la integridad en los procesos investigativos fortalece no solo los resultados, sino la confianza social en la ciencia.

En el aula, hablar de ética en la investigación biológica no debería sentirse distante. Es una conversación viva, cercana, que invita a reflexionar sobre nuestras propias decisiones. Cada estudiante puede verse como un futuro investigador, alguien que tendrá en sus manos preguntas importantes. Y en ese momento, más que fórmulas o teorías, necesitará criterio, sensibilidad y una mirada ética bien formada.

La ética en la investigación biológica es como un hilo invisible que atraviesa todo el proceso. No se ve, pero sostiene. No hace ruido, pero guía. Y cuando está presente, la ciencia se vuelve un espacio más digno, más consciente, más conectado con la vida

misma. Porque conocer es importante, sí, pero hacerlo con respeto y responsabilidad transforma ese conocimiento en algo verdaderamente valioso.

6.2.- Dilemas científicos: clonación, transgénicos, IA biológica

Hablar de dilemas científicos es como caminar por un puente colgante: cada paso abre posibilidades, pero también despierta vértigo. La biología contemporánea ha alcanzado una fuerza casi creadora, capaz de intervenir en la vida misma. Y allí, en ese punto delicado, aparecen preguntas que no se responden con fórmulas. La clonación, los organismos transgénicos y la inteligencia artificial biológica despiertan fascinación, sí, pero también inquietud. No es miedo vacío, es una alerta sensible ante lo que significa intervenir en aquello que antes parecía intocable.

La clonación, por ejemplo, toca fibras profundas. No se trata únicamente de replicar células o tejidos; es la idea de duplicar la vida la que provoca un eco extraño. La historia de la oveja Dolly marcó un antes y un después, dejando una sensación ambigua: admiración por el avance científico y, al mismo tiempo, una pregunta persistente sobre los límites (Wilmut et al., 1997). ¿Hasta dónde es válido replicar lo vivo? Hay quienes sienten que algo se desdibuja cuando la vida se vuelve reproducible como un molde.

En el ámbito humano, la clonación abre una conversación aún más delicada. Pensar en individuos genéticamente idénticos despierta interrogantes sobre identidad, dignidad y singularidad. La vida, con todas sus imperfecciones, también se percibe como un relato irrepetible. Alterar esa condición puede generar una sensación de pérdida, como si algo esencial se escapara entre las manos. De acuerdo con diversos autores, la ética biológica insiste en reconocer a cada ser humano como único, más allá de su composición genética (Habermas, 2003).

Por otro lado, los organismos transgénicos entran en la vida cotidiana de manera silenciosa. Están en los alimentos, en los cultivos, en soluciones que buscan enfrentar el hambre global. A primera vista, parece una promesa luminosa: plantas más resistentes, cosechas más abundantes. Sin embargo, en ese mismo terreno crece la inquietud sobre los efectos a largo plazo. La naturaleza, compleja y delicada, no siempre responde de forma predecible cuando se alteran sus engranajes (Altieri, 2000).

Hay quienes ven en los transgénicos una herramienta de esperanza, especialmente en regiones donde la escasez aprieta. Otros, en cambio, perciben un riesgo latente: la pérdida de biodiversidad, la dependencia tecnológica, el control de semillas por grandes corporaciones. Estas tensiones no son abstractas; se sienten en la tierra, en el alimento que llega a la mesa, en la confianza que depositamos en lo que consumimos. La ciencia avanza, pero el corazón humano pide garantías, pide cuidado.

La inteligencia artificial aplicada a la biología abre otra puerta, quizá la más desconcertante. Aquí, la vida y la tecnología se entrelazan de maneras que antes pertenecían a la ciencia ficción. Algoritmos capaces de diseñar proteínas, sistemas que predicen mutaciones, modelos que “aprenden” de procesos biológicos. Es un territorio fascinante, pero también provoca una sensación de desorientación. La línea entre lo natural y lo artificial se vuelve difusa, casi transparente (Topol, 2019).

En este escenario, surge una pregunta que incomoda: ¿quién toma las decisiones? Cuando la inteligencia artificial participa en procesos biológicos, la responsabilidad se distribuye de manera distinta. Ya no es únicamente el científico en el laboratorio, sino también el sistema, el código, los datos. Esa mezcla genera incertidumbre. Según algunos autores, la ética debe evolucionar al mismo ritmo que la tecnología, incorporando nuevas formas de responsabilidad compartida (Floridi et al., 2018).

Frente a estos dilemas, el pensamiento crítico se vuelve una especie de brújula emocional e intelectual. No basta con aceptar o rechazar; hace falta detenerse, observar, dialogar. Cada avance científico trae consigo una historia, una intención, un impacto. Comprender eso implica escuchar distintas voces, incluso aquellas que incomodan. Como señalan Beauchamp y Childress (2019), la bioética se construye desde el equilibrio entre beneficios, riesgos, autonomía y justicia.

Figura 17

Dilemas científicos contemporáneos: clonación, transgénicos e inteligencia artificial biológica



También hay un componente humano que no puede ignorarse: las emociones. La ciencia suele presentarse como objetiva, pero quienes la viven, la estudian y la aplican sienten. Sienten entusiasmo, duda, temor, esperanza. Esas emociones no son un obstáculo; son una guía. Permiten percibir aquello que los datos no siempre muestran. En los dilemas científicos, esa sensibilidad ayuda a reconocer que no todo lo posible es necesariamente deseable.

Estos dilemas no ofrecen respuestas definitivas, y quizá ahí radica su valor. Nos invitan a pensar, a conversar, a cuestionar lo que parecía evidente. La biología, en su avance, no pierde su dimensión humana; al contrario, la intensifica. Y en medio de esa

tensión, entre lo que podemos hacer y lo que elegimos hacer, se construye una ética viva, imperfecta, profundamente humana.

6.3.- Argumentación y debate con enfoque inclusivo

Hablar, disentir, escuchar... todo eso forma parte de la argumentación con enfoque inclusivo. No es un ejercicio frío ni mecánico; se parece más a una conversación que respira, que se adapta, que a veces tropieza y vuelve a levantarse. En el aula o en cualquier espacio de aprendizaje, debatir implica reconocer que cada voz trae consigo una historia. Y ahí, justo en esa diversidad de experiencias, nace una riqueza que no se puede medir, pero sí sentir.

Cuando se construye un argumento, no basta con tener datos o ideas bien ordenadas. Hace falta algo más humano: empatía. Escuchar al otro con atención, sin interrumpir, con la intención real de comprender, cambia el tono del intercambio. En este sentido, el lenguaje inclusivo aparece como una herramienta que abre puertas. Como señala Fuentes Rodríguez (2023), “la argumentación no es ajena a las transformaciones sociales que atraviesan el lenguaje”, lo que invita a repensar nuestras formas de decir.

A veces creemos que debatir es ganar, imponerse, cerrar la conversación con una conclusión firme. Pero un enfoque inclusivo propone algo distinto: compartir, construir, incluso dudar. Hay momentos en los que cambiar de opinión no es debilidad, sino crecimiento. Es como caminar por un sendero que se bifurca; elegir otra dirección puede llevarnos a paisajes inesperados, más amplios, más vivos. Esa apertura convierte el debate en un espacio seguro, donde nadie se siente excluido.

El lenguaje, en este proceso, tiene un peso especial. No es neutro, nunca lo ha sido. Las palabras pueden abrazar o herir, incluir o dejar fuera. Fuentes Rodríguez (2023) menciona que el

lenguaje inclusivo “plantea tensiones entre tradición y cambio”, lo que refleja una realidad compleja. No todos están de acuerdo, y está bien que así sea. Lo importante es sostener la conversación con respeto, reconociendo que el lenguaje también evoluciona con la sociedad.

Figura 18

Argumentación y debate inclusivo en el análisis de problemáticas bioéticas



En un aula diversa, cada estudiante interpreta el mundo desde su propia mirada. Algunos hablan con seguridad; otros dudan antes de levantar la mano. Un enfoque inclusivo en la argumentación invita a equilibrar esas diferencias. Dar tiempo, ofrecer distintas formas de participación, valorar cada intervención. Porque no todas las ideas se expresan igual, y eso no las hace menos valiosas. Es como una orquesta: cada instrumento aporta un matiz distinto al conjunto.

El debate inclusivo también implica cuestionar prejuicios. A veces, sin darnos cuenta, desestimamos opiniones por quién las dice y no por lo que contienen. Ese filtro invisible puede limitar el aprendizaje. Reconocerlo duele un poco, sí, pero también libera. Permite construir argumentos más sólidos, más honestos. Y en ese proceso, el pensamiento crítico se fortalece, no como una

herramienta fría, sino como una práctica viva, conectada con la realidad.

Hay algo profundamente humano en el acto de argumentar con respeto. Es un ejercicio de equilibrio: defender ideas propias sin invalidar las ajenas. Como quien sostiene una vela encendida en medio del viento, cuidando que no se apague, pero sin apagar la luz de los demás. Esa imagen resume bien lo que significa debatir desde la inclusión. No se trata de apagar voces, sino de hacer que todas brillen.

Fuentes Rodríguez (2023) plantea que la discusión sobre el lenguaje inclusivo sigue abierta, lo que refleja que no hay respuestas definitivas. Y eso, lejos de ser un problema, es una oportunidad. Permite que el debate continúe, que las ideas circulen, que las personas se escuchen. En ese movimiento constante, la argumentación se convierte en un espacio dinámico, donde cada intervención deja una huella, por pequeña que parezca.

En la práctica educativa, fomentar este tipo de debate requiere intención. No ocurre por casualidad. Se construye día a día, con pequeñas acciones: elegir palabras con cuidado, invitar a participar a quienes guardan silencio, validar emociones junto con ideas. Porque argumentar no es únicamente un acto racional; también involucra sentimientos, experiencias, memorias. Y todo eso merece un lugar en la conversación.

Argumentar con enfoque inclusivo es, en esencia, un acto de convivencia. Es aprender a estar con otros sin perder la propia voz. Es aceptar que no siempre habrá acuerdos, pero que el respeto puede sostener cualquier diferencia. Y en ese intercambio, a veces imperfecto, a veces intenso, se teje algo valioso: una forma de pensar que no excluye, que no impone, que construye puentes en lugar de muros.

Conclusiones

Al llegar al cierre de este recorrido, percibes que la biología deja de ser un conjunto de conceptos dispersos para convertirse en una experiencia viva, cercana y significativa. Lo aprendido trasciende el aula y se proyecta hacia la vida cotidiana, donde cada idea adquiere sentido. Así, la integración entre conocimiento científico, tecnología y sensibilidad humana construye un puente firme entre comprender y actuar, entre pensar y transformar realidades.

A lo largo de la obra, se consolida la idea de que aprender ciencias implica participar activamente en la construcción del saber. Ya no eres un espectador distante, sino alguien que pregunta, interpreta y conecta. Esta transformación redefine el papel del aprendizaje, que pasa de ser una tarea mecánica a una experiencia dinámica, en la que cada descubrimiento genera nuevas inquietudes y despierta una curiosidad que se renueva constantemente.

La inclusión aparece como un principio que atraviesa cada propuesta desarrollada. Comprendes que enseñar biología implica reconocer la diversidad de formas de aprender, de sentir y de comprender el mundo. Esta mirada amplía las posibilidades educativas y fortalece vínculos más humanos. En ese proceso, el aula se convierte en un espacio compartido, donde cada aporte tiene valor y donde la diferencia deja de ser un obstáculo para convertirse en una riqueza.

Asimismo, la incorporación de tecnologías redefine las formas de acercarse al conocimiento. Herramientas digitales, simulaciones y recursos interactivos no actúan como elementos aislados, sino como aliados que potencian la comprensión. Percibes que la tecnología no desplaza al pensamiento, sino que lo amplifica.

En ese equilibrio, se construyen experiencias de aprendizaje más ricas, donde la imaginación y el análisis conviven con naturalidad.

Las metodologías activas, por su parte, evidencian que aprender implica hacer, dialogar y reflexionar. A través de proyectos, indagaciones y experiencias compartidas, se fortalece una relación más auténtica con el conocimiento. Este enfoque transforma el ritmo del aprendizaje, haciéndolo más cercano a la realidad. Así, cada actividad se convierte en una oportunidad para conectar ideas, construir sentido y generar aprendizajes duraderos.

La educación ambiental se presenta como una dimensión que interpela profundamente. No se trata de acumular información sobre la naturaleza, sino de desarrollar una conciencia que guíe las acciones. En ese proceso, reconoces tu papel dentro de un sistema más amplio, donde cada decisión tiene impacto. Esta comprensión despierta una relación más respetuosa y comprometida con el entorno, orientada hacia el cuidado y la sostenibilidad.

En el ámbito de la investigación, descubres que formular preguntas y buscar respuestas es una práctica accesible y enriquecedora. Diseñar experimentos, analizar datos y compartir resultados deja de ser una tarea distante para convertirse en una experiencia cercana. Esta vivencia fortalece la autonomía intelectual y fomenta una actitud crítica, en la que el conocimiento se construye con rigor, pero también con creatividad y apertura.

La dimensión ética atraviesa cada uno de estos aprendizajes, recordándote que la ciencia no es neutral. Cada avance, cada decisión, implica responsabilidades que deben ser asumidas con conciencia. En este sentido, reflexionar sobre la bioética y el pensamiento crítico se convierte en un ejercicio permanente, que orienta el uso del conocimiento hacia el bienestar colectivo y el respeto por la vida en todas sus formas.

Al integrar todos estos elementos, percibes que la biología adquiere un sentido más amplio, conectado con múltiples dimensiones de la experiencia humana. No se limita a explicar procesos vitales, sino que también invita a reflexionar sobre el lugar que ocupas en el mundo. Esta mirada integral fortalece una comprensión más profunda, donde ciencia, ética y acción se entrelazan de manera coherente.

El cierre de este libro no representa un punto final, sino una continuidad que se proyecta en cada experiencia futura. Lo aprendido se transforma en una herramienta para interpretar la realidad, tomar decisiones informadas y actuar con responsabilidad. En ese trayecto, la biología se convierte en una compañera constante, capaz de acompañarte en la construcción de un camino más consciente, reflexivo y comprometido con la vida.

Referencias Bibliográficas

- Beltrán Prieto, N. P. (2025). *E-book como herramienta pedagógica para fortalecer las competencias científicas a través de una secuencia didáctica en los estudiantes de biotecnología, grado décimo del colegio Ciudadela Educativa de Bosa IED* [Trabajo de grado, Universidad de Cartagena]. <https://hdl.handle.net/11227/19408>
- Cetina Pinilla, J. (2025). Aprendizaje desde la integración de los canales visual, auditivo y kinestésico en la educación secundaria colombiana: Una mirada desde la neuroeducación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(6), 2782–2803. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.21408
- Díaz Linares, G. L. (2023). Aprendizaje basado en indagación (ABI): Una estrategia para mejorar la enseñanza-aprendizaje de la química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 27–41. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4378
- Fenollosa, E., & Salguero-Gómez, R. (2025). IA y Big Data para la biología de invasiones: Descubrir, modelar y predecir las dinámicas poblacionales de las especies invasoras. *Ecosistemas*, 34(3), 2933. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2933>
- Fuentes Rodríguez, C. (2023). Lenguaje inclusivo y argumentación: Una cuestión abierta. *Comunicación, Cultura y Política*, 14. <https://doi.org/10.21158/21451494.v14.2023.3710>
- Garcés Caicedo, M. E., Barrera Caicedo, M. A., & Gonzáles Avellaneda, E. E. (2025). La economía verde como estrategia pedagógica para el fortalecimiento del emprendimiento sostenible en estudiantes de grado 6° de la Institución Educativa San Agustín, en la ciudad de Popayán. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(5), 10783–10826. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.20364
- Lesmes Borda, J. (2022). *El podcast, estrategia pedagógica y recurso digital para fortalecer el proceso de comprensión lectora en la sede educativa San Joaquín de la institución educativa técnica ambiental Los Alpes de Villarrica, Tolima* [Trabajo de grado, Universidad de Cartagena]. <https://hdl.handle.net/11227/15753>
- Lesmes Correa, J. N. (2025). Uso de simuladores virtuales inmersivos en el aprendizaje de la biología celular y molecular. *Documentos de Trabajo ECISA*, 8(8). <https://doi.org/10.22490/ECISA.10089>

- Lino, V., Carvajal Rivadeneira, D. D., Muñoz Zambrano, J. L., & Intriago Delgado, Y. M. (2024). Jamovi como herramienta para el análisis de datos en la asignatura de estadística y diseño de experimentos. *Revista Alcance*, 7(1).
<https://doi.org/10.47230/ra.v7i1.62>
- López, M. C. (2026). Aprendizaje cooperativo para la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales en las universidades: Revisión sistemática. *Revista InveCom*, 6(1), e601030. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15320662>
- López Vargas, V., Fernández Arteaga, A., Ostaiza Cedeño, K., & Ostaiza Cedeño, F. (2024). Diseño universal para el aprendizaje (DUA) en recursos digitales para la enseñanza de ciencias naturales: Una propuesta de modelo. *Polo del Conocimiento*, 9(10), 2453–2478.
<https://doi.org/10.23857/pc.v9i10.8248>
- Moreno Mandarachi, L. (2025). *Diseño e implementación de plataforma digital para ferias virtuales como estrategia de digitalización de las MYPE, Lima – 2025* [Tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola].
- Ostos Ortiz, O. L. (2024). Edición genética e inteligencia artificial: Desafíos éticos frente a los avances biotecnológicos. *Revista Nova*, 22(43). <https://doi.org/10.22490/24629448.8770>
- Rendón Navarrete, L. V., Rendón Navarrete, A. M., Choez Chillogallo, A. G., & Chiquito Chilan, R. R. (2024). Estrategias de gamificación para fomentar la educación ambiental en estudiantes de bachillerato general unificado. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(3), 148–162.
<https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i3.1084>
- Rivas Martínez, H., Trujillo Varela, Y., Arroyo Jilote, E., Moreno Granados, A., & Arnaud Bobadilla, A. J. (2025). Aplicación de la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP) en el tema de genética de poblaciones. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 15(30), e828.
<https://doi.org/10.23913/ride.v15i30.2282>
- Solis Cayambe, L. D., Caspi Pilca, A. D., & Aguilar Enríquez, F. D. (2026). Realidad aumentada para explorar ecosistemas en clases de ciencias naturales en educación básica media. *Conectividad*, 7(1), 175–192.
<https://doi.org/10.37431/conectividad.v7i1.383>

- Torres Rodríguez, B., & Gutiérrez Gutiérrez, C. G. (2023). Enfermedades crónicas, envejecimiento, ética y calidad de vida: Una sistematización de investigaciones. *Revista Novedades en Población*, 19(37), 322–345. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-40782023000100322
- Tumaco Figueroa, G. P., Rincón Zambrano, R. A., Jalca Tumbaco, O. J., & Saltos Castro, K. V. (2025). Plataformas digitales integradas a Google Classroom: Revisión bibliográfica de herramientas interactivas para la enseñanza. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 7(4), 624–634. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v7i4.1625>

