



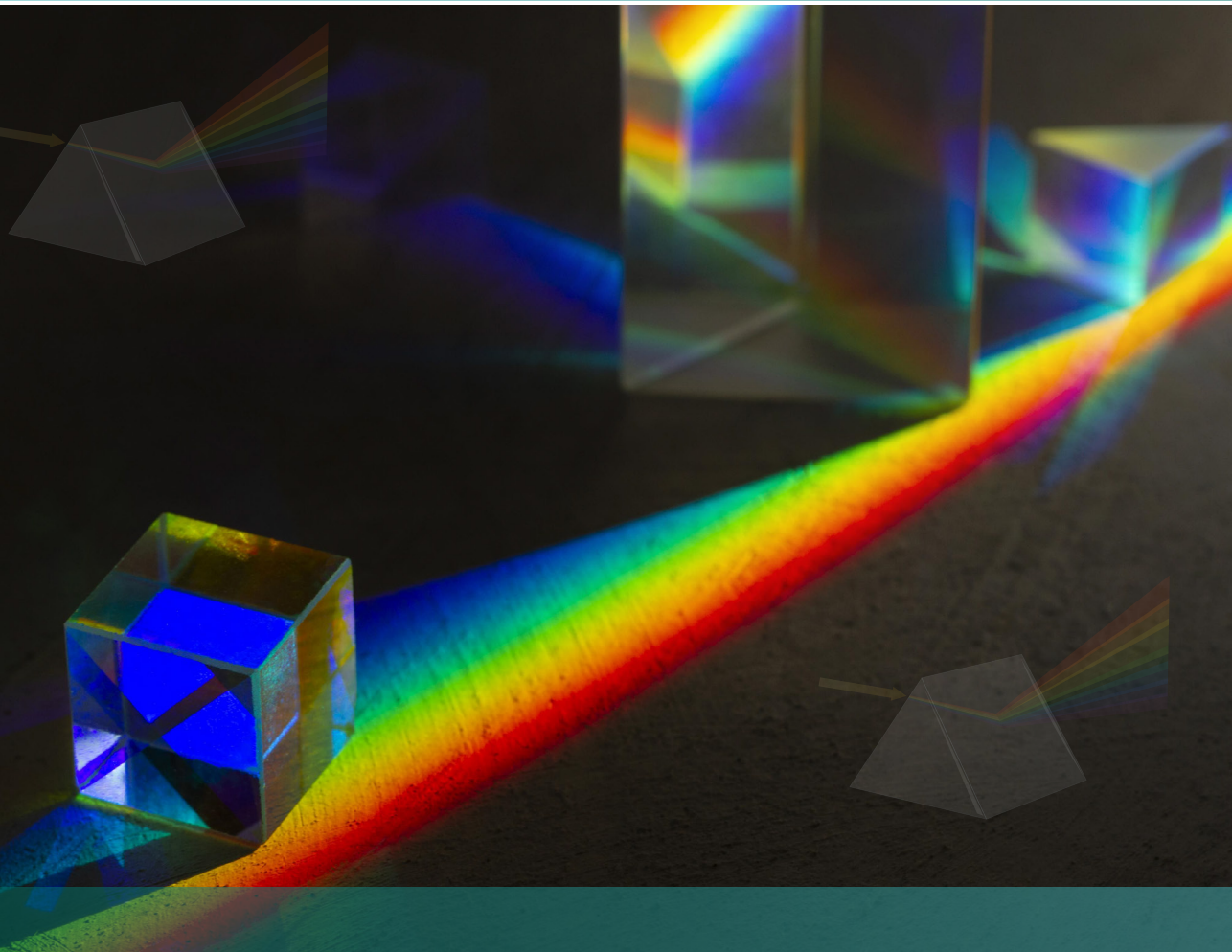
EDITORIAL
NAVEGANTE



DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LUZ Y ÓPTICA

MEDIANTE PROYECTOS SOCIOFORMATIVOS EN ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS

Andrés Avelino Cámara Acero
Fermín Pozo Ortega
Judith Esther Gavidia Medrano
Francisco Elí Espinoza Ramos



Andrés Avelino Cámara Acero

Correo: acamara@unheval.edu.pe

Perfil: Doctor en Ciencias de la Educación, Magister en Gestión y Planeamiento Educativo, Licenciado en Ciencias de la Educación con especialidad en Matemática y Física.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0624-0764>

Afiliación: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Fermín Pozo Ortega

Correo: fpozo@unheval.edu.pe

Perfil: Doctor en Ciencias de la Educación, Magister en Gestión y Planeamiento Educativo, Licenciado en Ciencias de la Educación con especialidad en Matemática y Física.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4336-3939>

Afiliación: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Judith Esther Gavidia Medrano

Correo: jgavidia@unheval.edu.pe

Perfil: Doctor en Ciencias de la Educación, Magister en Ciencias de la Educación con mención en Investigación y Docencia, Docente Universitario.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1568-3655>

Afiliación: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Francisco Elí Espinoza Ramos

Correo: fespinozar@unheval.edu.pe

Perfil: Maestro en Educación con mención en Matemática, Licenciado en Educación con Especialidad en Matemática y Física, Docente Universitario.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2535-924X>

Afiliación: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LUZ Y ÓPTICA

mediante proyectos socioformativos en
estudiantes universitarios

Andrés Avelino Cámara Acero

Fermín Pozo Ortega

Judith Esther Gavidia Medrano

Francisco Elí Espinoza Ramos



EDITORIAL
NAVEGANTE

Todas nuestras publicaciones son sometidas a revisión doble-ciego de pares externo (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación cuenta con licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



Desarrollo de competencias de luz y óptica mediante proyectos socioformativos en estudiantes universitarios

ISBN: 978-628-7736-55-9

© Andrés Avelino Cámara Acero
© Fermín Pozo Ortega
© Judith Esther Gavidia Medrano
© Francisco Elí Espinoza Ramos

2025

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16425692>

©Editorial Navegante

www.editorialnavegante.com

Queda prohibida la reproducción bajo cualquier modalidad de toda o una parte de esta obra sin autorización expresa del titular de los derechos.

Diseño de carátula y composición: Editorial Navegante
Edición electrónica: Editorial Navegante

Editado en Colombia/ *Published in Colombia*

DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LUZ Y ÓPTICA

mediante proyectos socioformativos en
estudiantes universitarios

Andrés Avelino Cámara Acero

Fermín Pozo Ortega

Judith Esther Gavidia Medrano

Francisco Elí Espinoza Ramos



EDITORIAL
NAVEGANTE

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	6
-----------------------	---

INTRODUCCIÓN	8
--------------------	---

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS DEL ENFOQUE SOCIOFORMATIVO Y SU APLICACIÓN A LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXACTAS....	13
--	-----------

1.1 Introducción: Repensando la enseñanza de la física en la educación superior	13
---	----

1.2 Bases teóricas del enfoque socioformativo	16
---	----

1.3 El proyecto socioformativo como dispositivo pedagógico	20
--	----

1.4 La socioformación como un marco para una ciencia con conciencia y pertinencia social.....	25
---	----

CAPÍTULO II

ARQUITECTURA Y PRAXIS DE LOS PROYECTOS SOCIOFORMATIVOS EN LUZ Y ÓPTICA.....	30
--	-----------

2.1 Diseño metodológico de proyectos socioformativos en óptica	30
--	----

2.2 Estudios de caso: La implementación en el aula universitaria.....	37
---	----

2.3 Estrategias de mediación docente y evaluación auténtica.....	43
--	----

2.4. El proyecto socioformativo como un ecosistema de aprendizaje complejo y situado	48
--	----

CAPÍTULO III

IMPACTO, EVIDENCIAS Y CONSECUENCIAS DEL ENFOQUE SOCIOFORMATIVO EN LA FORMACIÓN CIENTÍFICA 54

3.1 Análisis del desarrollo de competencias científicas específicas.....	54
3.2 El fomento de competencias transversales y humanísticas.....	59
3.3 Impacto en la subjetividad del estudiante: La relación con la ciencia y la sociedad	64

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LUZ Y ÓPTICA: PROYECTOS SOCIOFORMATIVOS EN ESTUDIANTES DE LA UNHEVAL DE HUÁNUCO 70

4.1 Introducción.....	70
4.1.1 Objetivos de estudio.....	72
4.1.2 Hipótesis de estudio	73
4.2 Aspectos metodológicos	74
4.3 Hallazgos	78
4.3.1 Resultados Generales del Desarrollo de Competencias.....	79
4.3.2 Resultados por Competencia Disciplinar Específica	80
4.4 Discusión y conclusiones.....	83
REFLEXIONES FINALES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1

Contraste Epistemológico entre Enfoques Educativos 18

Tabla 2

Arquitectura Genérica del Proyecto Socioformativo como Dispositivo Pedagógico 23

Tabla 3

Componentes del Modelo Pedagógico Socioformativo para el Desarrollo Sostenible 27

Tabla 4

Metodología de Diseño de Proyectos Socioformativos en Óptica 34

Tabla 5

Crónica Descriptiva de Implementación: Caso del Proyecto “Espectrómetro Casero para Análisis de Contaminantes en Agua” 40

Tabla 6

Estrategias de Mediación y Evaluación en la Praxis del Proyecto Socioformativo 45

Tabla 7

El Proyecto Socioformativo como Ecosistema de Aprendizaje 51

Tabla 8

Evidencia del Desarrollo de Competencias Específicas en Óptica mediante Proyectos 56

Tabla 9

Fomento y Evidencia de Competencias Transversales en Proyectos Socioformativos 62

Tabla 10

Transformación de la Subjetividad del Estudiante a través de Proyectos Socioformativos 67

Tabla 11

Equivalencias Cualitativas y Cuantitativas de Niveles de Dominio..... 79

Tabla 12

Resultado General del Desarrollo de Competencias de Luz y Óptica (Preprueba vs. Posprueba) 80

Tabla 13

Resultados de la Preprueba por Dimensión: Resuelve Problemas sobre Naturaleza de la Luz 81

Tabla 14

Resultados de la Preprueba por Dimensión: Resuelve Problemas sobre Fenómenos de Reflexión de la Luz..... 81

Tabla 15

Resultados de la Posprueba por Dimensión: Resuelve Problemas sobre Fenómenos de Refracción de la Luz 82

Tabla 16

Resultados de la Posprueba por Dimensión: Resuelve Problemas sobre Tipos de Lentes 83

INTRODUCCIÓN

En el umbral de una era definida por la aceleración tecnológica y desafíos socio-ambientales de una complejidad sin precedentes, la formación científica en la educación superior se encuentra en una encrucijada crítica. Por un lado, disciplinas como la física son más indispensables que nunca, constituyendo el lenguaje fundamental con el que desciframos el universo y construimos las herramientas para navegar nuestro futuro. Por otro, su enseñanza permanece, en demasiados contextos institucionales, anclada en paradigmas pedagógicos decimonónicos que, lejos de encender la llama de la curiosidad, a menudo la extinguen. Se perpetúa una profunda paradoja: la ciencia, una empresa intrínsecamente dinámica, creativa y colaborativa, se presenta en el aula como un corpus de conocimiento estático, dogmático e individualista. Esta disonancia entre la naturaleza del quehacer científico y su praxis didáctica ha generado una crisis de pertinencia que la investigación educativa contemporánea constata con creciente preocupación, particularmente en el contexto latinoamericano, donde los desafíos para una comprensión conceptual profunda son persistentes (Guevara, 2024; Adúriz, 2021).

En directa respuesta a este panorama de estancamiento pedagógico, la presente obra postula una tesis central: el enfoque socioformativo, materializado a través de la implementación rigurosa de proyectos contextualizados, constituye una respuesta teóricamente sólida y empíricamente validada para reconfigurar la enseñanza de la física a nivel

universitario. Se argumenta que este paradigma, al centrar el aprendizaje en la resolución colaborativa de problemas auténticos del entorno, permite trascender la falsa dicotomía entre la formación técnica y la humanística. La tesis de este libro es que es posible y deseable diseñar experiencias educativas que desarrollen de manera simultánea y sinérgica las competencias científicas específicas del campo de la óptica, un conjunto robusto de competencias transversales —como el pensamiento crítico, la comunicación y el trabajo en equipo— y una profunda conciencia ética sobre el rol de la ciencia en la sociedad. Este enfoque integrador, arraigado en el pensamiento complejo, se erige como una alternativa coherente para formar no solo a físicos competentes, sino a ciudadanos y profesionales capaces de contribuir activamente al desarrollo social sostenible (Martínez et al., 2021; Mirás & Cárdenas, 2019).

Para desarrollar y sustentar esta tesis de manera exhaustiva, el libro se ha estructurado en una secuencia lógica de cuatro capítulos, cada uno de los cuales cumple una función específica en la construcción del argumento general.

- El Capítulo 1, “Fundamentos del Enfoque Socioformativo y su Aplicación a la Didáctica de las Ciencias Exactas”, sienta las bases conceptuales de toda la obra. Se inicia con una problematización detallada de los modelos de enseñanza tradicionales en física, para luego realizar una inmersión profunda en los pilares teóricos de la socioformación, incluyendo el pensamiento complejo y el proyecto ético de vida. Este capítulo define el lenguaje y el marco epistemológico que darán coherencia al resto del análisis, concluyendo con una reflexión sobre cómo este enfoque redefine el propósito de la ciencia, dotándola de una conciencia y pertinencia social ineludibles, en línea con las perspectivas que buscan repensar la educación desde un prisma latinoamericano para el desarrollo sostenible (Antonio & Tobón, 2020).

- El Capítulo 2, “Arquitectura y praxis de los proyectos socioformativos en luz y óptica”. A partir de esta fundamentación teórica, traslada la discusión del “porqué” al “cómo”. Este capítulo funciona como un manual metodológico y un testimonio de la praxis. Se inicia presentando una guía detallada, paso a paso, para el diseño de proyectos socioformativos específicamente en el campo de la óptica. A continuación, se narra a través de estudios de caso cómo estos diseños cobran vida en el aula universitaria, describiendo las dinámicas de trabajo, los retos emergentes y las soluciones encontradas por los estudiantes. El capítulo profundiza en los mecanismos que hacen funcionar estas experiencias, detallando las estrategias de mediación docente y los instrumentos de evaluación auténtica —como rúbricas y portafolios— que son esenciales para la replicabilidad y el rigor del modelo. Finalmente, se cierra con una conceptualización teórica de la experiencia, proponiendo entender el proyecto no como una secuencia lineal, sino como un ecosistema de aprendizaje complejo y situado.
- El Capítulo 3, “Impacto, evidencias y consecuencias del enfoque socioformativo en la formación científica”. Una vez descrita la metodología, se dedica a responder la pregunta crucial: ¿funciona? Este capítulo presenta la evidencia “dura” del impacto del modelo, analizando de manera sistemática los datos que demuestran el desarrollo de competencias. Se aborda
 - En primer lugar el fortalecimiento de las competencias científicas específicas en óptica, evidenciando una mejora en la comprensión conceptual y la resolución de problemas.
 - En segundo lugar, el análisis se expande hacia el fomento de competencias transversales y humanísticas, como el trabajo colaborativo, la comunicación y el pensamiento crítico.
 - El capítulo culmina con una exploración cualitativa de la dimensión más profunda del impacto: la transformación en la subjetividad del estudiante, analizando cómo la experiencia reconfigura su relación con la ciencia, su autoeficacia y su sentido de propósito social.

La literatura acumulada, a través de meta-análisis exhaustivos, ya sugiere que los enfoques basados en proyectos tienen un efecto significativamente positivo en los logros académicos y las actitudes afectivas de los estudiantes, proporcionando un contexto amplio para la evidencia específica que se presentará (Zhang & Ma, 2023).

- El Capítulo 4, “Desarrollo de competencias de luz y óptica mediante proyectos socioformativos en estudiantes de la UNHEVAL de Huánuco”. Finalmente, para anclar toda la construcción teórica, metodológica y analítica en un terreno empírico concreto y detallado, funciona como un estudio de caso monográfico. Este capítulo presenta una investigación cuasiexperimental completa, desde la contextualización del problema y la formulación de las hipótesis hasta la descripción de la metodología implementada en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (Cámara et al., 2023). Se exponen de manera objetiva los hallazgos cuantitativos del estudio, mostrando los datos de preprueba y posprueba que miden el desarrollo competencial de los estudiantes. El capítulo cierra con una discusión en profundidad de estos resultados, interpretándolos a la luz del marco teórico general del libro y contrastándolos con las hipótesis iniciales. Este anclaje empírico final no solo sirve como una validación rigurosa de la tesis central de la obra, sino que también ofrece un modelo tangible y replicable para otras instituciones que busquen emprender una transformación similar.

Esta obra se dirige a un público académico y profesional compuesto por docentes universitarios de ciencias e ingeniería, investigadores en el campo de la didáctica, diseñadores curriculares, y responsables de políticas de educación superior. Su ambición es ofrecer más que un simple reporte de investigación; busca ser una herramienta para la reflexión y una guía para la acción, proporcionando un marco conceptual robusto, una metodología detallada y una validación empírica convincente. A través de sus páginas, se invita al lector a unirse a la tarea urgente y necesaria de repensar la educación científica, para transformarla en una fuerza motriz que no solo ilumine la mente de los estudiantes con el conocimiento de

la física, sino que también encienda en ellos la pasión por construir un futuro más justo, sostenible y humano.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS DEL ENFOQUE SOCIOFORMATIVO Y SU APLICACIÓN A LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXACTAS

1.1 Introducción: Repensando la enseñanza de la física en la educación superior

La física, como disciplina, representa uno de los pilares fundamentales sobre los cuales se erige la comprensión moderna del universo y el progreso tecnológico. Sin embargo, una profunda paradoja caracteriza su situación en el ámbito de la educación superior: a pesar de su innegable relevancia, su enseñanza a menudo se encuentra anclada en modelos pedagógicos que, lejos de fomentar la curiosidad y el pensamiento crítico, generan una creciente desconexión y desinterés en el estudiantado. Esta disyuntiva entre la potencia explicativa de la ciencia y la aridez de su praxis educativa constituye una encrucijada que exige un análisis riguroso y una voluntad decidida de transformación. La persistencia de enfoques hegemónicos, centrados en la transmisión vertical de conocimientos y la resolución mecánica de problemas descontextualizados, ha sido identificada como una de las principales barreras para una formación científica integral y significativa. La investigación en el campo constata esta preocupación, subrayando la necesidad de explorar nuevas agendas que respondan a las complejidades del aprendizaje en contextos específicos, como el latinoamericano (Adúriz, 2021). El desafío, por tanto, no es menor: se trata de repensar la didáctica de la física desde sus cimientos

para convertirla en un verdadero motor de desarrollo intelectual y social.

Ahondando en esta problemática, se evidencia que el modelo transmisionista dominante concibe al discente como un receptor pasivo de fórmulas y teorías acabadas, ignorando los procesos constructivos y dialécticos inherentes al quehacer científico. Esta visión instrumentalista reduce la física a un repertorio de algoritmos que deben ser memorizados y aplicados, una perspectiva que Adúriz (2021) señala como uno de los puntos ciegos a superar en la investigación didáctica regional. En consecuencia, se despoja a la disciplina de su dimensión histórica, epistemológica y, sobre todo, humana. La evaluación, bajo este paradigma, se limita a medir la capacidad de replicar procedimientos, dejando de lado competencias esenciales como la argumentación, la modelización de fenómenos o la capacidad de formular preguntas pertinentes. Esta aproximación pedagógica no solo resulta ineficaz para promover un aprendizaje profundo, sino que además contribuye a la consolidación de una imagen distorsionada y elitista de la ciencia, percibiéndola como un dominio abstracto y ajeno a las realidades cotidianas y a los grandes debates sociales. La urgencia de innovar en estos métodos se hace palpable al considerar las oportunidades que ofrecen nuevos enfoques, incluso aquellos mediados por la tecnología, que prometen una personalización y una retroalimentación imposibles de alcanzar desde la cátedra tradicional (Monzón, 2024).

Las consecuencias de perpetuar este modelo formativo son profundas y multifacéticas. En el plano individual, se fomenta una relación utilitaria y a menudo adversa con la física, donde el éxito se mide por la calificación y no por la comprensión. Esto conduce a una alta tasa de desmotivación y a una autopercepción de incapacidad entre los aprendices, quienes no logran conectar el conocimiento abstracto del aula con su potencial para interpretar y actuar sobre el mundo (Adúriz, 2021). A nivel colectivo, se gradúan profesionales con una base técnica sólida pero con limitadas herramientas para el pensamiento complejo, la resolución creativa de problemas y la colaboración interdisciplinar, competencias cruciales

en el siglo XXI. La enseñanza descontextualizada de la física falla, en última instancia, en su misión más elevada: cultivar una ciudadanía científicamente alfabetizada, capaz de participar de manera informada en discusiones sobre energía, medio ambiente, salud y tecnología. La brecha entre el saber científico y la pertinencia social se ensancha, haciendo imperativo un viraje epistemológico en la praxis educativa.

En este escenario de urgencia, la búsqueda de alternativas viables se ha convertido en un eje central de la investigación educativa contemporánea. La discusión ya no se limita a ajustes curriculares o a la incorporación de nuevas herramientas, sino que apunta a una reconfiguración integral del ecosistema de aprendizaje. Un ejemplo de la magnitud de este debate es la exploración de la Inteligencia Artificial (IA) como catalizador del cambio; la capacidad de la IA para ofrecer itinerarios de aprendizaje personalizados y retroalimentación instantánea representa una crítica directa al modelo homogéneo y transmisionista (Monzón, 2024). Sin embargo, la simple introducción de una nueva tecnología no garantiza una transformación significativa. Como advierte el propio Monzón (2024) en su análisis, los desafíos asociados a la implementación de tales innovaciones —que van desde la necesaria y profunda formación docente hasta complejas consideraciones éticas sobre el manejo de datos estudiantiles— revelan que la solución no reside en un determinismo tecnológico. Este ejemplo ilustra que cualquier cambio de paradigma debe ser sistémico, reflexivo y profundamente humano.

Dicha complejidad no es meramente técnica, sino que se enraíza en la cultura institucional y en las concepciones epistemológicas de los propios educadores. Repensar la enseñanza de la física implica, necesariamente, un proceso de deconstrucción de prácticas y creencias arraigadas durante generaciones. La agenda de investigación propuesta por Adúriz (2021) para el contexto latinoamericano pone de manifiesto la importancia de abordar la formación docente, la creación de materiales didácticos contextualmente relevantes y el estudio de las interacciones en el aula como elementos indisociables de cualquier propuesta de innovación. No

se trata, pues, de importar modelos foráneos sin un análisis crítico de su adaptabilidad, sino de construir soluciones pedagógicas que dialoguen con las realidades sociales, culturales y económicas locales. El verdadero viraje paradigmático se producirá cuando la comunidad académica asuma el reto no solo de enseñar física, sino de enseñar a pensar físicamente sobre el mundo.

Por consiguiente, repensar la didáctica de la física en la educación superior trasciende la mera actualización de técnicas o contenidos. Supone un compromiso fundamental con la idea de que la ciencia es una construcción cultural y una herramienta poderosa para la emancipación individual y la transformación colectiva. El objetivo último de este cambio de paradigma debe ser el de formar no solo a expertos en la disciplina, sino a ciudadanos integrales, éticos y comprometidos, capaces de utilizar el conocimiento científico para identificar problemas en su entorno, proponer soluciones creativas y colaborar en la construcción de una sociedad más justa y sostenible. La tensión creada por la insuficiencia de los modelos actuales abre la puerta a la exploración de nuevos horizontes pedagógicos, entre los cuales, como se argumentará en los capítulos subsiguientes, emergen enfoques que prometen rearticular la relación entre ciencia, educación y sociedad de una manera radicalmente más pertinente y significativa. Este libro se inscribe en esa búsqueda, proponiendo un camino concreto para materializar esta aspiración.

1.2 Bases teóricas del enfoque socioformativo

En respuesta directa a la crisis de pertinencia que aqueja a los modelos educativos tradicionales, tal como se diagnosticó en la sección anterior, emerge la socioformación como un paradigma pedagógico robusto y coherente. Concebida y desarrollada prominentemente por teóricos como Sergio Tobón, esta propuesta trasciende los límites del constructivismo y se distancia radicalmente de los enfoques conductistas o funcionalistas, al proponer una formación orientada a la acción transformadora dentro de la sociedad del conocimiento (Martínez et al., 2019). La socioformación

se define como un enfoque educativo centrado en la formación integral de los individuos a través de la resolución colaborativa de problemas relevantes del contexto, con el fin último de fortalecer el proyecto ético de vida de cada persona y contribuir al desarrollo social sostenible. No se trata, por tanto, de una mera metodología o un conjunto de técnicas, sino de un marco filosófico y praxeológico que reconfigura la finalidad misma de la educación superior (Campillo, 2024). Su núcleo no es la acumulación de saberes, sino la articulación de estos para actuar con idoneidad y compromiso ético ante los desafíos del mundo real.

- **El pensamiento complejo** es el primero de estos pilares, y quizás el más fundamental desde una perspectiva epistemológica. Arraigado en la obra de Edgar Morin, este principio desafía la fragmentación del saber que caracteriza al currículo tradicional. En lugar de presentar el conocimiento en compartimentos estancos y lineales, la socioformación aboga por una visión que reconozca la interconexión, la incertidumbre y la multidimensionalidad de los fenómenos (Campillo, 2024). Formar desde la complejidad implica cultivar en el discente la habilidad de tejer relaciones entre distintos saberes, de comprender los sistemas en su totalidad y de navegar la ambigüedad inherente a los problemas significativos. Este fundamento epistemológico se opone directamente a la simplificación reduccionista de los modelos transmisionistas, promoviendo una inteligencia que no separa, sino que distingue y conecta. La adopción de este principio es lo que permite que el aprendizaje trascienda la repetición de datos para convertirse en una genuina capacidad de comprensión y actuación sistémica, preparando al individuo para un mundo que no opera de manera lineal ni predecible.
- **La resolución de problemas del contexto** es situada por la socioformación en su centro, precisamente para materializar esta visión holística. Este eje metodológico constituye el corazón de la praxis socioformativa y representa su diferencia más palpable con otros modelos por competencias. Un “problema del contexto” no es un ejercicio académico disfrazado de realidad; es un desafío auténtico, relevante y sentido,

extraído del entorno social, comunitario, profesional o ambiental del estudiante (Martínez et al., 2019). Abordar estos problemas exige que el aprendiz movilice saberes de diversa índole —conceptuales, procedimentales y actitudinales— de una manera integrada y estratégica. Esta aproximación garantiza la pertinencia del aprendizaje, ya que el conocimiento se construye y se aplica con un propósito claro y tangible. Al enfrentarse a retos reales, el discente no solo adquiere competencias disciplinares, sino que también desarrolla un profundo sentido de agencia y responsabilidad social, comprendiendo que el saber es una herramienta para intervenir y mejorar su realidad circundante (Campillo, 2024).

Para clarificar su singularidad epistemológica, se compara la socioformación con otros paradigmas educativos predominantes (Tabla 1).

Tabla 1
Contraste Epistemológico entre Enfoques Educativos

Criterio Epistemológico	Enfoque		
	Conductista	Constructivista	Socioformativo
Finalidad Educativa	Moldear la conducta observable	Facilitar la construcción individual de significados	Formar ciudadanos idóneos para resolver problemas del contexto y lograr el desarrollo social
Rol del Conocimiento	Contenido a transmitir y memorizar	Andamiaje para la construcción cognitiva interna	Herramienta para la acción, la transformación y el desempeño ético en la realidad
Unidad de Aprendizaje	Estímulo - Respuesta, objetivo de aprendizaje	Esquema mental, conflicto cognitivo	Problema del contexto, proyecto formativo transversal
Visión del Estudiante	Organismo pasivo que responde a estímulos	Sujeto activo que construye su propio saber	Agente de cambio social que colabora en la mejora continua de su entorno

Nota. Adaptado de Martínez et al. (2019) y Campillo (2024).

Este anclaje en la realidad externa se complementa con una profunda introspección a través del [proyecto ético de vida](#). Este pilar humanista asegura que el desarrollo de competencias no sea un fin en sí mismo, sino que esté subordinado a un propósito personal y trascendente. La socioformación postula que la motivación más poderosa para el aprendizaje emerge cuando el individuo puede conectar sus metas formativas con sus valores, aspiraciones y su visión de una vida plena y con sentido (Campillo, 2024). El proyecto ético de vida es un proceso continuo de autorreflexión en el que el estudiante define quién es, qué valora, qué metas se propone y cómo su formación profesional puede contribuir a alcanzarlas de manera ética y responsable. Este componente dota al proceso educativo de una dimensión existencial, combatiendo la alienación y el pragmatismo instrumentalista. Se busca formar profesionales que no solo sean técnicamente competentes, sino también íntegros, con un sólido norte moral que guíe sus decisiones.

La naturaleza compleja y multifactorial de los problemas del contexto hace que su resolución individual sea, en la mayoría de los casos, inviable o incompleta. Por ello, el [trabajo colaborativo](#) se erige como un pilar social indispensable del modelo. En la socioformación, colaborar es mucho más que distribuir tareas; implica un proceso de co-construcción del conocimiento, deliberación, negociación de significados y asunción de responsabilidades compartidas para lograr una meta común (Martínez et al., 2019). Esta dinámica fomenta el desarrollo de competencias transversales críticas como la comunicación asertiva, el liderazgo distribuido, la empatía y la resolución de conflictos. Al interactuar con pares que poseen diferentes saberes y perspectivas, el aprendiz se ve forzado a justificar sus ideas, a considerar puntos de vista alternativos y a sintetizar soluciones más robustas y creativas. Se aprende en comunidad y para la comunidad, reflejando la naturaleza intrínsecamente social del conocimiento y del progreso humano.

Finalmente, para que este ciclo de aprendizaje sea sostenible y transferible, se requiere un mecanismo de autorregulación consciente, que la

socioformación articula a través de la **metacognición**. Este concepto se refiere a la capacidad del individuo para reflexionar sobre sus propios procesos de pensamiento y aprendizaje, para identificar sus fortalezas y áreas de oportunidad, y para planificar, monitorear y evaluar sus propias estrategias de actuación (Campillo, 2024). La metacognición es el motor del mejoramiento continuo. A través de procesos de autoevaluación y coevaluación, se promueve que los estudiantes tomen conciencia de cómo aprenden, qué obstáculos enfrentan y cómo pueden superarlos. Esta habilidad de “aprender a aprender” es quizás la competencia más esencial para la sociedad del conocimiento, pues garantiza que el individuo pueda seguir desarrollándose de manera autónoma y estratégica mucho después de haber concluido su formación académica formal. En conjunto, estos pilares —pensamiento complejo, problemas del contexto, proyecto ético de vida, trabajo colaborativo y metacognición— conforman una arquitectura teórica sólida e interconectada, la cual sustenta el diseño de los dispositivos pedagógicos que se analizarán en las secciones posteriores.

1.3 El proyecto socioformativo como dispositivo pedagógico

Una vez sentadas las bases epistemológicas y los pilares conceptuales del enfoque socioformativo, la pregunta fundamental que emerge es de naturaleza praxeológica: ¿mediante qué instrumento o artefacto pedagógico se pueden materializar de manera efectiva y coherente dichos principios en el contexto del aula universitaria? La respuesta que la socioformación propone, y que constituye su eje operativo central, es el **proyecto formativo**. Este no debe ser confundido con el aprendizaje basado en proyectos (ABP) tradicional, pues aunque comparte una raíz metodológica, su alcance, intencionalidad y estructura son sustancialmente diferentes y más complejos. El proyecto socioformativo se erige como el dispositivo por excelencia para articular el pensamiento complejo, el trabajo colaborativo, la metacognición y el proyecto ético de vida en una experiencia de aprendizaje unificada y con propósito, centrada siempre en la resolución de un problema del contexto real y relevante (Ceballos & Tobón, 2020). La literatura académica, a través de revisiones

sistemáticas, constata que la gestión eficaz de estos proyectos es un factor determinante en la transformación de la práctica educativa, evidenciando una arquitectura recurrente que, si bien flexible, se sustenta en fases y componentes claramente definidos (Mestanza & Villanueva, 2025).

Partiendo de esta concepción, el proyecto socioformativo se configura como un vehículo metodológico que trasciende la mera aplicación de conocimientos para convertirse en un verdadero ecosistema de aprendizaje. Su diseño intrínseco obliga a los estudiantes a movilizar e integrar saberes de múltiples naturalezas —el saber conocer (teorías, datos), el saber hacer (procedimientos, técnicas), el saber ser (actitudes, valores) y el saber convivir (colaboración, comunicación)— en torno a un reto común. Esta integración forzosa es la que materializa el principio del pensamiento complejo, ya que impide abordar el problema desde una única óptica disciplinar y exige, por el contrario, la construcción de una visión sistémica y multidimensional (Ceballos & Tobón, 2020). A diferencia de las tareas académicas convencionales, que suelen ser cerradas y predecibles, el proyecto socioformativo se caracteriza por su naturaleza abierta y sujeta a la incertidumbre, reflejando así la complejidad del mundo real. Es precisamente en este entorno donde el aprendizaje se vuelve significativo, pues los estudiantes no solo aprenden sobre un tema, sino que aprenden a gestionar la complejidad, a tomar decisiones con información incompleta y a adaptar sus estrategias sobre la marcha, desarrollando así competencias de orden superior.

La arquitectura genérica de un proyecto socioformativo, aunque adaptable a diversos contextos y niveles educativos, se despliega a través de un ciclo procesual que puede ser sintetizado en una serie de fases interconectadas. La investigación en el campo, como la revisión sistemática de Mestanza y Villanueva (2025), identifica un patrón consistente en esta estructura, la cual asegura que el desarrollo del proyecto sea a la vez riguroso y formativo. Dicha estructura se puede desglosar en un ciclo que abarca desde la identificación del problema hasta la socialización de los resultados y la reflexión sobre el proceso.

Esta fase diagnóstica da paso a la **planificación y el diseño colaborativo**, un momento crucial donde el rol del docente como mediador y el de los estudiantes como protagonistas se hacen especialmente patentes. En esta etapa, el grupo de trabajo, partiendo del reto identificado, define de manera conjunta los objetivos específicos del proyecto, establece un plan de acción con hitos y cronogramas, y negocia los roles y responsabilidades de cada miembro. Un componente clave de esta fase es la definición de los **productos o evidencias** que se deberán generar a lo largo del proceso. Estos productos no son meros trabajos académicos, sino artefactos tangibles y pertinentes que demuestran el avance en la resolución del problema y el desarrollo de las competencias (Ceballos & Tobón, 2020). Pueden variar enormemente en su naturaleza —desde prototipos y modelos hasta informes técnicos, campañas de concienciación o propuestas de intervención—, pero siempre deben estar alineados con el propósito del proyecto y ser evaluables mediante criterios claros y preestablecidos. Esta planificación concertada fomenta la autonomía, el compromiso y el sentido de propiedad de los estudiantes sobre su propio proceso de aprendizaje.

Una vez definido el plan de acción, se inicia la fase de **ejecución y gestión del conocimiento**, que constituye el núcleo operativo del proyecto. Durante esta etapa, los estudiantes llevan a cabo las actividades planificadas, lo que invariablemente les exige buscar, seleccionar, analizar y sintetizar información de diversas fuentes. Este proceso de gestión del conocimiento es fundamental, pues promueve la competencia de aprender a aprender y aleja al estudiante de la dependencia exclusiva del docente como única fuente de saber (Mestanza & Villanueva, 2025). La ejecución es un proceso dinámico y no lineal, donde el trabajo colaborativo se intensifica. Los equipos se enfrentan a obstáculos imprevistos, iteran sobre sus propuestas iniciales y ajustan su plan de acción. La mediación docente aquí es clave para proporcionar andamiaje, facilitar recursos, formular preguntas que provoquen la reflexión y gestionar posibles conflictos dentro de los equipos, sin por ello dar respuestas directas o soluciones prefabricadas (Ceballos & Tobón, 2020). Es la fase de la acción, la experimentación y la construcción propiamente dicha.

Para visualizar de manera integrada cómo estas fases se conectan con los fundamentos teóricos del modelo, la Tabla 2 ofrece una síntesis de su arquitectura general.

Tabla 2

Arquitectura Genérica del Proyecto Socioformativo como Dispositivo Pedagógico

Fase del Proyecto	Propósito Central y Actividades Clave	Vinculación con Pilares Socioformativos
1 Diagnóstico y Sensibilización	Identificar y comprender un problema relevante del contexto Analizar sus causas, consecuencias e implicaciones Formular el reto del proyecto	Problema del Contexto: Se parte de una necesidad real. Pensamiento Complejo: Se analiza el problema desde múltiples dimensiones.
2 Planificación y Diseño	Definir colaborativamente los objetivos, metas, productos, cronograma y criterios de evaluación Distribuir roles y responsabilidades	Trabajo Colaborativo: Se negocia y co-crea el plan de acción. Proyecto Ético de Vida: Se alinea el propósito del proyecto con los intereses y valores de los estudiantes.
3 Ejecución y Gestión del Conocimiento	Implementar el plan de acción Buscar, analizar y aplicar saberes Desarrollar los productos y evidencias acordados. Iterar y ajustar estrategias.	Pensamiento Complejo: Se integran saberes para la acción. Trabajo Colaborativo: Se ejecutan tareas interdependientes y se resuelven desafíos en equipo.
4 Evaluación y Metacognición	Aplicar procesos de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación de manera continua y formativa, utilizando instrumentos como rúbricas o portafolios.	Metacognición: Se reflexiona sobre el proceso de aprendizaje, los logros y las áreas de mejora. Proyecto Ético de Vida: Se valora el crecimiento personal y competencial

Fase del Proyecto	Propósito Central y Actividades Clave	Vinculación con Pilares Socioformativos
5 Socialización y Transferencia	Comunicar los resultados, procesos y aprendizajes a una audiencia pertinente (comunidad, expertos, etc.) Proponer acciones de mejora o transferencia	Problema del Contexto: Se devuelve el conocimiento a la comunidad, cerrando el ciclo. Trabajo Colaborativo: Se presenta el resultado del esfuerzo colectivo.

Nota. Adaptado de Mestanza y Villanueva (2025) y Ceballos y Tobón (2020). Síntesis elaborada a partir del análisis de la estructura de proyectos de los autores mencionados.

La arquitectura del proyecto socioformativo no estaría completa sin un sistema de **evaluación continua, auténtica y formativa**. Esta fase, que en realidad es transversal a todo el proceso, se aleja de la lógica sumativa y punitiva de los exámenes tradicionales. Su propósito principal no es calificar, sino retroalimentar para la mejora (Mestanza & Villanueva, 2025). Se emplean instrumentos como rúbricas socioformativas, portafolios de evidencias y diarios de campo que permiten valorar el desarrollo de las competencias de manera holística. La autoevaluación y la coevaluación son prácticas centrales, pues fomentan la metacognición y la responsabilidad compartida. Al evaluar tanto los productos generados como los procesos de trabajo colaborativo y la reflexión individual, se obtiene una visión integral del desempeño del estudiante, una que va mucho más allá de la simple retención de información. Esta evaluación auténtica, al estar basada en desempeños reales y criterios claros, es percibida por los estudiantes como más justa y significativa.

Finalmente, el ciclo del proyecto culmina en la fase de **socialización y transferencia**. Este es el momento en que el trabajo realizado en el aula trasciende sus propios muros para ser compartido con una audiencia relevante, que puede ir desde otros compañeros y docentes hasta expertos del sector o miembros de la comunidad afectada por el problema (Ceballos & Tobón, 2020). La socialización no es una simple exposición; es un acto de

rendición de cuentas, de validación externa del conocimiento construido y de celebración del esfuerzo colectivo. Además, esta fase suele incluir una reflexión sobre la posible transferencia del conocimiento o la solución generada a otros contextos, o sobre cómo el proyecto podría continuar o escalar en el futuro. Este cierre cierra el ciclo de pertinencia social, demostrando a los estudiantes que su trabajo tiene un impacto real y un valor que va más allá de la calificación académica. Es así como el proyecto socioformativo, en su estructura completa, se revela como un dispositivo pedagógico de alta complejidad, diseñado meticulosamente para traducir los principios teóricos de la socioformación en una experiencia de aprendizaje transformadora, coherente y profundamente conectada con la vida.

1.4 La socioformación como un marco para una ciencia con conciencia y pertinencia social

Al culminar el análisis de su arquitectura conceptual y de su dispositivo pedagógico central —el proyecto formativo—, se hace evidente que la socioformación excede con creces la definición de una simple metodología didáctica. Este enfoque representa, en su esencia más profunda, una postura filosófica y ética sobre el propósito último de la ciencia y de la formación científica en el contexto de las sociedades contemporáneas. Supera la visión tradicional de la ciencia como una empresa puramente epistémica, dedicada a la producción de conocimiento objetivo y neutral, para proponerla como una práctica humana intrínsecamente social, cargada de valores y con una responsabilidad ineludible hacia la comunidad y el planeta. La socioformación, por tanto, no solo busca que los estudiantes *aprendan* ciencia, sino que aprendan a *ser científicos* —o ciudadanos científicamente informados— con una conciencia crítica y un compromiso activo con el bienestar colectivo. Se trata de una perspectiva eminentemente latinoamericana, forjada para repensar la educación como motor del desarrollo social sostenible, capaz de formar talentos que aborden problemas globales como el cambio climático, la inequidad o la salud pública desde un prisma ético (Antonio & Tobón, 2020).

En esta redefinición del quehacer científico y educativo, el concepto de **responsabilidad social** se convierte en la piedra angular. La socioformación argumenta que la formación universitaria no puede limitarse a dotar a los futuros profesionales de un conjunto de habilidades técnicas para competir en el mercado laboral. Su misión fundamental es cultivar una profunda conciencia de las implicaciones sociales, éticas y ambientales de su práctica profesional (Lucero et al., 2021). En el campo de la física, esto significa ir más allá de la elegancia de las ecuaciones o la precisión de los experimentos para preguntar constantemente: ¿Para qué este conocimiento? ¿A quién beneficia? ¿Qué problemas de mi comunidad puede ayudar a resolver? ¿Cuáles son sus posibles impactos negativos? Al estructurar el aprendizaje en torno a problemas del contexto, como se detalló previamente, se obliga al estudiante a confrontar estas preguntas de manera sistemática. La ciencia, desde esta óptica, deja de ser un fin en sí misma para convertirse en un medio poderoso para la mejora de la condición humana y la preservación del entorno.

Este compromiso con el entorno social se materializa a través de un acercamiento que guarda estrechas similitudes con el movimiento de la **ciencia ciudadana**. Si bien no son términos idénticos, ambos comparten el principio fundamental de democratizar la producción y aplicación del conocimiento científico, rompiendo las barreras que tradicionalmente han separado a la academia de la sociedad. La socioformación, al involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas comunitarios, fomenta una dinámica en la que el conocimiento no fluye únicamente desde el experto hacia el lego, sino que se co-construye en un diálogo entre la universidad y su contexto (Antonio & Tobón, 2020). Los miembros de la comunidad dejan de ser meros “objetos de estudio” para convertirse en colaboradores activos, aportando su saber experiencial y sus perspectivas, que son cruciales para definir el problema de manera pertinente y para validar las soluciones propuestas. Esta sinergia enriquece el proceso formativo y, al mismo tiempo, fortalece el tejido social, generando confianza y legitimidad en el quehacer científico.

Para lograr este fin, el enfoque socioformativo propone un modelo pedagógico que integra de manera explícita la sostenibilidad como eje transversal. Dicho modelo, como el planteado por Lucero et al. (2021), busca un equilibrio dinámico entre los factores ambientales, sociales y económicos, educando para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones. La Tabla 3 sintetiza los componentes de este modelo pedagógico orientado a la sostenibilidad, el cual constituye el núcleo ético de la propuesta socioformativa.

Tabla 3

Componentes del Modelo Pedagógico Socioformativo para el Desarrollo Sostenible

Componente	Descripción y Finalidad	Implicación para la Formación Científica
Análisis Contextual	Identificación de problemas socio-ambientales relevantes y urgentes en el entorno local, nacional o global	La investigación científica parte de una necesidad sentida y no de una curiosidad abstracta y desvinculada
Pensamiento Sistémico	Comprensión de la interdependencia entre los sistemas naturales y sociales, reconociendo la complejidad y las retroacciones.	Se superan los análisis reduccionistas para abordar los fenómenos en su totalidad, considerando sus múltiples variables e impactos
Colaboración Transdisciplinar	Trabajo en equipos que integran diversas áreas del saber (ciencias naturales, sociales, humanidades) para abordar el problema	Se reconoce que los problemas complejos no pueden ser resueltos desde una única disciplina, fomentando el diálogo de saberes
Desarrollo de Soluciones Pertinentes	Creación de propuestas, prototipos o intervenciones que sean culturalmente adecuadas, técnicamente viables y socialmente justas	La “mejor” solución no es solo la más eficiente, sino también la más equitativa, ética y respetuosa con el contexto
Compromiso Ético y Prospectivo	Reflexión continua sobre los valores implicados, el impacto a largo plazo de las acciones y el proyecto de sociedad que se desea construir	Se forma un científico con una visión de futuro, consciente de su rol como agente de cambio y custodio del bien común

Nota. Adaptado de Lucero et al. (2021) y Antonio y Tobón (2020).

La implementación de este marco conduce inevitablemente a la necesidad de una **formación científica humanística**. Este concepto se opone a la dicotomía histórica entre “las dos culturas” —la científica y la humanista—, argumentando que una formación verdaderamente integral debe fusionar ambas. No es suficiente que un físico domine la mecánica cuántica; es igualmente crucial que posea sensibilidad histórica, criterio ético, capacidad de comunicación empática y una comprensión profunda de los contextos socioculturales en los que su conocimiento se aplicará. La socioformación promueve esta fusión al exigir que los proyectos no solo sean técnicamente rigurosos, sino también éticamente reflexionados y socialmente comunicados.

El “proyecto ético de vida” (Campillo, 2024, como se mencionó en 1.2) actúa aquí como el catalizador que une la vocación científica con los valores humanísticos, impulsando al estudiante a concebir su carrera como un servicio a la sociedad. Se trata, en definitiva, de recuperar la idea renacentista de un saber integrado, donde la búsqueda de la verdad (*verum*) es inseparable de la búsqueda del bien (*bonum*) y la belleza (*pulchrum*).

En última instancia, la socioformación se postula como un marco para una ciencia con alma, una ciencia que, sin renunciar al rigor metodológico y a la objetividad de sus hallazgos, se reconoce como una empresa humana falible, perfectible y con una misión social indeclinable. Representa una respuesta directa y articulada a la pregunta sobre el “para qué” de la educación científica en un mundo asediado por crisis complejas y sistémicas. No se conforma con formar operarios del conocimiento, sino que aspira a cultivar agentes de cambio; individuos capaces de emplear la poderosa herramienta de la ciencia no para dominar la naturaleza o para acumular poder, sino para comprender, cuidar y mejorar el frágil entramado de la vida en el que todos estamos inmersos.

Esta declaración de principios, que cierra el capítulo fundacional de esta obra, sienta las bases axiológicas sobre las cuales se construirán los capítulos siguientes. Es la visión y la misión que da sentido a la detallada

arquitectura metodológica y al análisis de impacto que se abordarán a continuación, justificando por qué el desarrollo de competencias en luz y óptica, o en cualquier otro campo científico, solo alcanza su pleno significado cuando se enmarca en un compromiso con la construcción de un futuro más justo, sostenible y humano.

CAPÍTULO II

ARQUITECTURA Y PRAXIS DE LOS PROYECTOS SOCIOFORMATIVOS EN LUZ Y ÓPTICA

2.1 Diseño metodológico de proyectos socioformativos en óptica

Una vez establecidos los fundamentos teóricos y el propósito axiológico del enfoque socioformativo en el capítulo precedente, la investigación se adentra en el terreno de la praxis pedagógica. La transición de la teoría a la acción requiere de un andamiaje metodológico claro y sistemático que permita al docente universitario traducir los ambiciosos principios de este paradigma en experiencias de aprendizaje concretas, significativas y efectivas. Este apartado se dedica a delinear, paso a paso, una metodología para el diseño de proyectos socioformativos en el campo específico de la óptica, un área de la física particularmente fértil para la conexión con problemas del contexto real.

El objetivo es ofrecer una hoja de ruta, un manual de diseño para el educador que busca ir más allá de la enseñanza tradicional de la reflexión, la refracción o la difracción, para transformar estos conceptos en herramientas para la comprensión y la intervención social. La literatura especializada confirma que la gestión deliberada y estructurada de proyectos formativos, articulada en fases claras, es un factor determinante para fortalecer las competencias pedagógicas y fomentar un aprendizaje profundo y colaborativo (Mestanza & Villanueva, 2025).

Asimismo, experiencias concretas en la enseñanza de la luz y sus fenómenos demuestran que un diseño de proyecto bien estructurado, que siga una lógica investigativa, puede generar no solo un incremento significativo en el conocimiento conceptual, sino también una respuesta emocional y motivacional altamente positiva en los estudiantes (Arana et al., 2023).

1) **La fase de diagnóstico y problematización contextual.** El punto de partida y piedra angular de todo el proceso de diseño es la fase de diagnóstico y problematización contextual. Esta etapa inicial es la que distingue de manera más radical al proyecto socioformativo de otras modalidades de aprendizaje por proyectos. El diseño no comienza con la selección de un tema del currículo, sino con la identificación colaborativa de un problema complejo, relevante y auténtico del entorno que pueda ser abordado a través de los principios de la óptica. El rol del docente como diseñador es, en primer lugar, el de un curador de realidades, un facilitador que guía a los estudiantes a observar su entorno —social, ambiental, tecnológico, sanitario— con una mirada crítica para detectar desafíos significativos.

Problemas como la creciente contaminación lumínica en los centros urbanos y su impacto en la biodiversidad y la salud humana; las barreras de acceso a diagnósticos visuales en comunidades vulnerables, que podrían mitigarse con instrumentación de bajo coste; o la optimización del consumo energético a través de sistemas de iluminación más eficientes, constituyen ejemplos de retos que son a la vez socialmente pertinentes y ricos en contenido óptico.

Según constatan Mestanza y Villanueva (2025), la articulación explícita entre un problema del contexto y los objetivos de aprendizaje es el primer pilar para la gestión exitosa de un proyecto. Este paso inicial asegura la pertinencia y el propósito, elementos que, como evidencia el análisis de Arana et al. (2023), son cruciales para el compromiso y la motivación estudiantil.

- 2) Traducción a una pregunta orientadora y la definición de las competencias a desarrollar. Una vez identificado y delimitado el problema, la segunda fase del diseño consiste en su traducción a una pregunta orientadora y la definición de las competencias a desarrollar. El problema, en su formulación inicial, puede ser amplio y multifacético; la labor de diseño metodológico exige convertirlo en un reto abordable y focalizado, encapsulado en una pregunta orientadora que actúe como motor de la indagación.

Por ejemplo, el problema de la contaminación lumínica podría traducirse en la pregunta: “¿Cómo podemos diseñar e implementar un sistema de medición de bajo coste y una propuesta de intervención comunitaria para mitigar la contaminación lumínica en nuestro campus universitario?”. Esta pregunta, por su naturaleza, no puede responderse únicamente con una fórmula o una definición. Exige una investigación que integre conceptos de fotometría (flujo luminoso, iluminancia), propagación de la luz, y principios de espectroscopía, al tiempo que demanda el desarrollo de competencias transversales: análisis de datos, diseño de prototipos, comunicación científica a públicos no especializados y argumentación de políticas públicas.

El diseño metodológico debe, en esta fase, mapear de manera explícita las competencias disciplinares de la óptica (ej. “Analizar la interacción de la luz con diferentes medios para explicar el fenómeno de la dispersión atmosférica”) y las competencias socioformativas (ej. “Trabajar colaborativamente en equipos transdisciplinarios para proponer soluciones sostenibles a un problema socio-ambiental”) que serán el foco del aprendizaje y la evaluación.

- 3) Planificación de la ruta de aprendizaje y asignación de recursos. La fase subsecuente es la de planificación de la ruta de aprendizaje y asignación de recursos. En esta etapa, el diseñador del proyecto, preferiblemente en un proceso de negociación con los propios estudiantes, traza un plan de acción detallado. Esto implica descomponer el reto principal en una

serie de hitos o sub-tareas, establecer un cronograma realista y definir los entregables o productos que servirán como evidencia del progreso.

Un aspecto fundamental de esta planificación es la anticipación de los recursos necesarios, que pueden incluir desde equipamiento de laboratorio (fuentes de luz, espectrómetros, fotómetros) y software de simulación óptica (ej. OSLO, Zemax), hasta recursos no convencionales como el acceso a bases de datos sobre consumo energético, entrevistas con urbanistas, o la colaboración con organizaciones no gubernamentales.

La gestión de proyectos socioformativos, tal como señalan Mestanza y Villanueva (2025), requiere un enfoque proactivo en la gestión de recursos, fomentando que los propios estudiantes se conviertan en agentes que buscan y gestionan los medios necesarios para alcanzar sus metas. La experiencia de Arana et al. (2023), aunque en un contexto diferente, subraya la importancia de la interacción y la colaboración en esta fase, demostrando que los estudiantes valoran muy positivamente (con puntuaciones promedio de 4.5 sobre la oportunidad de planificar y organizar su propio trabajo. Para dotar de una estructura clara y aplicable a este proceso, la metodología de diseño puede sintetizarse en el esquema de la Tabla 4, que funciona como un plano arquitectónico para el docente.

- **Sistema de evaluación auténtica.** Continuando con la delineación del proceso, un componente que debe ser diseñado *a priori* y no como una ocurrencia tardía es el sistema de evaluación auténtica. En esta cuarta fase del diseño, el educador debe crear los instrumentos específicos que permitirán valorar el desarrollo de las competencias definidas. Esto implica ir más allá de las pruebas de conocimiento conceptual. Se deben diseñar rúbricas socioformativas que detallen los niveles de desempeño (desde receptivo hasta estratégico) para cada competencia clave, tanto disciplinar como transversal. Por ejemplo, una rúbrica para la competencia “trabajo colaborativo” evaluaría indicadores como la participación activa, la escucha empática, la negociación de

Tabla 4
Metodología de Diseño de Proyectos Socioformativos en Óptica

Fase de Diseño	Acción Metodológica Clave		Ejemplo de Aplicación*	Competencia de Óptica Involucradas		Competencia Socioformativas Clave
1 Problematicación	Identificar un problema del contexto socio-ambiental. Formularlo como un reto relevante y motivador.		Contexto: comunidades sin acceso a agua potable. Reto: ¿Es posible diseñar un prototipo funcional de concentrador solar, utilizando materiales reciclados y de bajo coste, para la purificación de agua?	Geometría óptica, reflexión (espejos parabólicos), transferencia de calor por radiación, propiedades ópticas de los materiales.		Pensamiento crítico, conciencia social, creatividad e innovación.
2 Mapeo de Competencias	Traducir el reto en una pregunta orientadora y desglosar las competencias disciplinares y transversales a desarrollar.		Pregunta: ¿Qué diseño de concentrador maximiza la eficiencia térmica aplicando los principios de la óptica geométrica?	Analizar sistemas ópticos de reflexión. Modelizar la trayectoria de los rayos de luz. Calcular la eficiencia de un sistema colector.		Planificación estratégica, resolución de problemas complejos, investigación autónoma.
3 Definición de Evidencias	Establecer los productos tangibles y los desempeños observables que demostrarán el logro de las competencias.		Prototipo funcional del concentrador. Informe técnico con cálculos de eficiencia y diseño. Manual de construcción y uso para la comunidad. Presentación pública.	Demostración experimental del punto focal. Justificación matemática del diseño parabólico. Medición de la temperatura alcanzada.		Comunicación científica, trabajo colaborativo, rendición técnica, responsabilidad social.

Fase de Diseño	Acción Metodológica Clave		Ejemplo de Aplicación *	de Óptica Involucradas	Competencia Socioformativas Clave
4 Diseño de Evaluación	Crear los instrumentos de evaluación auténtica (rúbricas, portafolios, listas de cotejo) para la retroalimentación continua		Rúbrica para evaluar el informe técnico (rigor, claridad). Lista de cotejo para el funcionamiento del prototipo. Escala de coevaluación del trabajo en equipo	Evaluación de la correcta aplicación de la ley de la reflexión. Precisión en los cálculos de la distancia focal	Metacognición, retroalimentación constructiva, ética del trabajo.
5 Secuenciación de Actividades	Estructurar la secuencia de aprendizaje con andamiaje: desde actividades guiadas hasta la indagación autónoma		Semana 1-2: Prácticas de laboratorio sobre reflexión en espejos curvos. Semana 3-4: Simulación del diseño por software. Semana 5-8: Construcción del prototipo. Semana 9-10: Pruebas y optimización. Semana 11-12: Redacción del informe y preparación de la socialización.	Aprendizaje progresivo desde los principios fundamentales hasta la aplicación integrada en un sistema complejo.	Autonomía, gestión del tiempo, resiliencia ante el fracaso, mejora continua.

Nota. Adaptado de Mestanza y Villanueva (2025) y Arana et al. (2023). Esta tabla sintetiza un proceso de diseño metodológico que integra los hallazgos sobre gestión de proyectos de Mestanza y Villanueva (2025) con la lógica de aplicación práctica evidenciada en estudios como el de Arana et al. (2023)

* Proyecto: “Diseño de un concentrador solar para purificación de agua”

acuerdos y la asunción de responsabilidades. De igual modo, el diseño debe contemplar la estructura de un portafolio de evidencias, donde los estudiantes compilen no solo los productos finales, sino también borradores, reflexiones, registros de sus experimentos y actas de reuniones de equipo. La inclusión de la coevaluación y la autoevaluación como parte integral del diseño es fundamental, pues promueve la metacognición y un sentido de responsabilidad compartida por la calidad del trabajo (Mestanza & Villanueva, 2025).

- **Secuenciación de las actividades de aprendizaje con andamiaje progresivo.** La fase final del diseño metodológico Una vez que se tiene claro el reto, las competencias, las evidencias y los instrumentos de evaluación, el diseñador debe estructurar el “viaje” de aprendizaje. Este no es un camino lineal, sino un ciclo de indagación, acción y reflexión. La clave del diseño en esta etapa es el andamiaje: el proyecto debe comenzar con actividades más estructuradas y guiadas por el docente para asegurar que los estudiantes adquieran los conocimientos y habilidades fundamentales. Por ejemplo, en un proyecto sobre el diseño de un instrumento óptico, las primeras semanas podrían dedicarse a prácticas de laboratorio sobre las leyes de la refracción y el funcionamiento de las lentes. A medida que el proyecto avanza, el andamiaje se retira gradualmente, otorgando a los estudiantes una mayor autonomía para que tomen sus propias decisiones, diseñen sus propios experimentos, enfrenten y resuelvan problemas imprevistos, y gestionen su propio proceso de indagación. Este diseño progresivo, que va de la dependencia a la autonomía, es esencial para construir la confianza y la autoeficacia de los estudiantes (Arana et al., 2023), preparándolos para el tipo de trabajo autónomo y creativo que se espera de un profesional.

En conclusión, el diseño metodológico de un proyecto socioformativo en óptica es un acto de ingeniería pedagógica sofisticado y deliberado. No se trata de una improvisación, sino de la construcción meticulosa de una hoja de ruta que guía a los estudiantes desde la identificación de un problema socialmente relevante hasta la creación y socialización de

una solución rigurosa y pertinente. Este proceso, articulado en las fases de problematización, mapeo de competencias, definición de evidencias, diseño de evaluación y secuenciación de actividades, transforma al docente de un mero transmisor de contenidos en un arquitecto de experiencias de aprendizaje. Al seguir esta metodología, se asegura que los principios teóricos de la socioformación —pensamiento complejo, trabajo colaborativo, pertinencia contextual y compromiso ético— no se queden en el plano declarativo, sino que se materialicen en una práctica educativa coherente y transformadora. La receta, el plano arquitectónico, está así delineada; los capítulos subsiguientes explorarán qué sucede cuando este diseño se lleva a la vida en el complejo y dinámico escenario del aula universitaria.

2.2 Estudios de caso: La implementación en el aula universitaria

Una vez delineada la arquitectura metodológica para el diseño de proyectos socioformativos en óptica, resulta imperativo trascender el plano prescriptivo para explorar cómo esta “receta” se materializa en la compleja y dinámica realidad del aula universitaria. Este apartado se sumerge en la crónica de la praxis, relatando experiencias concretas de implementación que sirven como “evidencia de existencia” y validación fenomenológica del modelo.

El propósito no es presentar un análisis cuantitativo de resultados —labor reservada para el Capítulo 3—, sino ofrecer una descripción vívida y narrativa del “qué pasó” cuando los estudiantes se embarcaron en la resolución de problemas contextuales mediante la óptica. Estas crónicas ilustran las dinámicas de trabajo, los desafíos emergentes, las soluciones creativas que surgieron y el proceso general de desarrollo, proporcionando un contrapunto empírico a la teoría y al diseño expuestos previamente. Los meta-análisis sobre el aprendizaje basado en proyectos (ABP), como el realizado por Zhang y Ma (2023), confirman que, más allá de los efectos medibles en el rendimiento, la implementación de estos proyectos

genera un ecosistema de aprendizaje cualitativamente distinto, rico en interacciones y en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

Para ilustrar este proceso, considérese un primer estudio de caso hipotético, aunque basado en prácticas documentadas, centrado en el reto de diseñar un sistema de comunicación óptica de bajo coste para una comunidad rural sin acceso a internet de banda ancha. Al inicio del proyecto, tras la fase de problematización, los estudiantes de física e ingeniería se encontraron con un desafío que excedía con creces los problemas de libro de texto. La dinámica inicial del grupo estuvo marcada por una mezcla de entusiasmo y una palpable incertidumbre. Su primera tarea no fue resolver una ecuación, sino realizar un diagnóstico de campo: entrevistaron a líderes comunitarios, analizaron las condiciones topográficas del terreno y evaluaron las fuentes de energía disponibles. Este primer contacto con la realidad del problema fue transformador. Los estudiantes, acostumbrados a un entorno de laboratorio controlado, tuvieron que aprender a navegar la complejidad social y logística del proyecto. Los primeros retos no fueron técnicos, sino comunicacionales y de gestión: ¿Cómo formular preguntas pertinentes a la comunidad? ¿Cómo organizar el trabajo en subgrupos (electrónica, óptica, software, gestión social)? ¿Cómo establecer un cronograma realista ante variables externas incontrolables? Esta fase inicial, eminentemente cualitativa, puso de manifiesto la necesidad de competencias que la enseñanza tradicional de la física raramente aborda.

A medida que el proyecto avanzaba, la dinámica de trabajo evolucionó hacia un modelo de indagación colaborativa. La construcción de un prototipo de transmisor y receptor óptico se convirtió en el eje central de la actividad. Aquí es donde los conceptos teóricos de la óptica —modulación de la luz, propagación en el espacio libre, fotodetección y relación señal-ruido— cobraron una vida y una urgencia inesperadas. Un reto técnico significativo surgió al intentar alinear los haces de luz a largas distancias. Los cálculos teóricos sobre la divergencia del haz (basados en la difracción de Fraunhofer) chocaban con la realidad de las vibraciones atmosféricas y la imprecisión de los sistemas de montaje artesanales. Esta discrepancia

entre el modelo ideal y la implementación real se convirtió en una poderosa fuente de aprendizaje. Los estudiantes, en lugar de frustrarse, se organizaron en ciclos de prueba y error: modificaron el diseño de las lentes colimadoras, experimentaron con diferentes longitudes de onda de láser para minimizar la dispersión de Rayleigh y Mie, e incluso desarrollaron un software simple para la corrección activa de la alineación. Esta experiencia es análoga a la descrita por Fadilah et al. (2024) en su estudio sobre la construcción de cámaras estenopeicas, donde los estudiantes enfrentaron retos prácticos como la calibración del orificio y la interpretación de la imagen, procesos que fomentaron de manera significativa sus habilidades científicas y su pensamiento crítico.

El proceso de implementación, como se puede deducir, está lejos de ser una ejecución lineal de un plan preestablecido. Es un viaje caótico — una mezcla de caos y orden— donde emergen conflictos, se negocian soluciones y se producen aprendizajes imprevistos. En el caso del proyecto de comunicación óptica, surgió una tensión notable entre el subgrupo de “óptica pura”, que buscaba la solución técnicamente más elegante, y el subgrupo de “gestión social”, que abogaba por una solución más robusta, de fácil mantenimiento y construida con materiales accesibles para la comunidad. Este conflicto, lejos de ser un obstáculo, se convirtió en una oportunidad para una deliberación profunda sobre el propósito del proyecto, materializando la dimensión ética de la socioformación. La solución final no fue la más eficiente en términos de tasa de bits, pero sí la más resiliente y apropiada para el contexto. Este tipo de dinámicas, donde se equilibran criterios técnicos, económicos y sociales, son las que, según el meta-análisis de Zhang y Ma (2023), caracterizan a los proyectos de aprendizaje más efectivos, pues reflejan la naturaleza multifactorial de la resolución de problemas en el mundo real.

Para sistematizar la observación de estas dinámicas en el aula, un docente podría emplear un esquema descriptivo como el de la Tabla 5, que permita registrar los eventos clave durante la implementación de un proyecto.

Tabla 5

Crónica Descriptiva de Implementación: Caso del Proyecto “Espectrómetro Casero para Análisis de Contaminantes en Agua”

Etapa de Implementación	Dinámicas de Trabajo Observadas	Retos Emergentes	Soluciones Encontradas por los Estudia
1 Construcción del Prototipo	División inicial en equipos por especialidad (óptica, química, programación) Alta interdependencia y necesidad de comunicación constante. Sesiones intensas de brainstorming y debate sobre el diseño	Técnico: Calibración de la red de difracción (hecha a partir de un CD). Minimización de la luz parásita dentro del dispositivo.	Experimentación con diferentes ángulos de incidencia y distancias para encontrar la calibración óptima. Uso de cajas pintadas de negro mate y deflectores internos. Creación de un “glosario del proyecto” para unificar la terminología.
2 Toma de Muestras y Medición	Salidas de campo a ríos locales Trabajo metódico y protocolizado para la recolección de muestras de agua Sesiones de laboratorio para el análisis espectral	Logístico: Permisos para acceder a ciertas zonas. Transporte seguro de las muestras. Analítico: Interpretación de los espectros obtenidos. Distinción entre el ruido instrumental y las señales de absorción reales de los contaminantes.	Gestión proactiva de los permisos con las autoridades locales. Desarrollo de un protocolo de cadena de custodia para las muestras. Búsqueda y estudio de espectros de referencia en bases de datos científicas para comparar sus resultados.

Etapa de Implementación		Dinámicas de Trabajo Observadas	Retos Emergentes	Soluciones Encontradas por los Estudia
3	Análisis e Interpretación	Sesiones de análisis de datos en grupo	Epistémico: ¿Cómo pasar de un espectro a una concentración de contaminante (Ley de Beer-Lambert)? ¿Cuál es el límite de detección de nuestro dispositivo?	Creación de curvas de calibración con soluciones de concentración conocida.
		Uso de software estadístico y de procesamiento de imágenes		Realización de un análisis de incertidumbre para definir los límites de su método.
		Debates intensos sobre la significancia de los resultados		Diseño de una infografía y una charla comunitaria con la asesoría de un experto en comunicación de riesgos.
4	Socialización de Hallazgos	Preparación de una presentación para una feria de ciencias universitaria y un informe para la autoridad ambiental local.	Comunicacional: Adaptar el lenguaje técnico a audiencias diversas (académicos, políticos, ciudadanos).	Creación de dos versiones de la presentación: una técnica y otra divulgativa
		Ensayo y retroalimentación entre pares.		Realización de simulacros de preguntas y respuestas para anticipar cuestionamientos difíciles Apoyo mutuo y refuerzo positivo dentro del equipo

Nota. Adaptado de Fadilah et al. (2024) y Zhang y Ma (2023). La tabla ejemplifica cómo documentar la crónica de una implementación, basándose en la lógica de proyectos de indagación como los analizados por Fadilah et al. y en la naturaleza de los retos reportados en el meta-análisis de Zhang y Ma.

Otro estudio de caso ilustrativo podría centrarse en el desarrollo de un sistema de “óptica adaptativa” simplificado para mejorar la calidad de imágenes astronómicas obtenidas con un telescopio amateur, un reto que aborda directamente la problemática de la turbulencia atmosférica. En este proyecto, la dinámica inicial de los estudiantes se enfocó en una profunda investigación teórica sobre los frentes de onda, los sensores Shack-Hartmann y los espejos deformables. El primer gran reto fue la imposibilidad de adquirir un espejo deformable comercial, cuyo coste es prohibitivo. Esta limitación, en lugar de detener el proyecto, catalizó la creatividad del grupo. La solución que encontraron fue construir un “espejo” deformable casero utilizando una membrana reflectante (Mylar) y una matriz de pequeños actuadores (servomotores o solenoides) controlados por un microcontrolador (Arduino o Raspberry Pi). Este proceso de diseño y construcción “desde cero” supuso un aprendizaje práctico inestimable sobre la interrelación entre la óptica, la electrónica y la programación. La crónica de este proyecto estaría llena de descripciones sobre noches de calibración en el observatorio del campus, debates sobre algoritmos de control para los actuadores y el momento “eureka” en que lograron ver una ligera pero perceptible mejora en la nitidez de una imagen estelar.

En síntesis, la implementación de proyectos socioformativos en el aula universitaria de óptica es un proceso rico, complejo y a menudo impredecible, que transforma radicalmente las dinámicas tradicionales de enseñanza y aprendizaje. Los estudios de caso, ya sean los documentados en la literatura como el de la cámara estenopeica (Fadilah et al., 2024) o los ejemplos aquí narrados, revelan un patrón común: los estudiantes, al enfrentarse a problemas reales y significativos, se convierten en agentes activos de su propio aprendizaje. Se organizan, investigan, diseñan, construyen, fallan, iteran y colaboran de una manera que sería impensable en una clase magistral. Los retos que surgen no son vistos como fracasos, sino como oportunidades de indagación. Estas crónicas de la praxis, con toda su complejidad y sus detalles vívidos, sirven como el material empírico fundamental, la “evidencia de existencia” que da cuerpo y credibilidad a la

propuesta teórica y metodológica de este libro. Son el documental que muestra el viaje; el análisis formal de los aprendizajes logrados en ese viaje será el objeto del siguiente capítulo.

2.3 Estrategias de mediación docente y evaluación auténtica

La crónica de la implementación de proyectos socioformativos, tal como se ha narrado en el apartado anterior, revela un ecosistema de aprendizaje dinámico y, en ocasiones, caótico. Para que este entorno no degenera en una simple actividad desestructurada, sino que se convierta en una experiencia formativa rigurosa y profunda, dos mecanismos se erigen como pilares fundamentales: la **mediación docente** y la **evaluación auténtica**. Estos elementos, intrínsecamente entrelazados, constituyen la maquinaria fina que regula y da sentido al proceso, asegurando que los estudiantes no solo “hagan cosas”, sino que “aprendan haciendo” de manera consciente, reflexiva y orientada al desarrollo de competencias. Este apartado realiza un zoom sobre estas dos dimensiones cruciales de la praxis, detallando las estrategias y herramientas específicas que permiten al docente guiar eficazmente el aprendizaje y valorar su progreso de una manera que sea a la vez justa, transparente y formativa. La literatura especializada confirma que el rol del docente como mediador y el uso de la evaluación formativa continua son factores clave para el éxito de cualquier modelo centrado en el estudiante (Hernández et al., 2018; Monge, 2025).

En el paradigma socioformativo, el docente abandona su rol tradicional de transmisor de conocimiento para convertirse en un **mediador del aprendizaje**; un arquitecto de experiencias, un provocador intelectual y un guía estratégico. Su función no es dar respuestas, sino formular preguntas poderosas que estimulen el pensamiento crítico y la indagación autónoma. Una de las técnicas de mediación más efectivas en este contexto es el **andamiaje cognitivo**, que consiste en proporcionar un apoyo temporal y ajustable a los estudiantes para que puedan abordar tareas que, de otro modo, estarían fuera de su alcance. En un proyecto de óptica, por ejemplo, el andamiaje puede tomar la forma de prácticas de laboratorio

guiadas al inicio del proyecto para asegurar la comprensión de conceptos fundamentales, la provisión de plantillas para la redacción de informes técnicos, o la facilitación de modelos de simulación que les permitan explorar variables antes de construir un prototipo físico (Hernández et al., 2018). La clave del andamiaje es que debe ser progresivamente retirado a medida que los estudiantes desarrollan mayor autonomía, fomentando así su independencia intelectual.

Intrínsecamente ligada al andamiaje se encuentra la práctica de la **retroalimentación formativa**. A diferencia de la retroalimentación sumativa, que se limita a emitir un juicio de valor al final del proceso (una calificación), la retroalimentación formativa es continua, descriptiva y orientada a la acción. Su objetivo es proporcionar a los estudiantes información específica y útil sobre su desempeño para que puedan identificar sus fortalezas y áreas de mejora, y ajustar sus estrategias en consecuencia. Una revisión sistemática sobre el tema constata que la implementación de estrategias de retroalimentación continua tiene un impacto positivo demostrable en el aprendizaje en un porcentaje significativo de los estudios analizados (Monge, 2025). En el contexto de un proyecto de óptica, una retroalimentación formativa eficaz no diría “su análisis es incorrecto”, sino “observo que en sus cálculos no han considerado el índice de refracción del material de la lente, ¿cómo creen que este factor podría afectar la distancia focal que han predicho?”. Este tipo de intervención, que a menudo toma la forma de **preguntas socráticas**, no solo corrige un error, sino que promueve la metacognición y guía al estudiante a descubrir la solución por sí mismo, un proceso mucho más poderoso y duradero que la simple corrección (Hernández et al., 2018).

Paralelamente a la redefinición del rol docente, el sistema de evaluación debe experimentar una transformación igualmente radical. La socioformación aboga por una **evaluación auténtica**, es decir, una evaluación que valora el desempeño de los estudiantes en tareas complejas y contextualizadas que simulan los desafíos del mundo real. Este enfoque se aleja de las pruebas memorísticas y se centra en la aplicación integrada de conocimientos,

habilidades y actitudes. Los instrumentos de esta evaluación deben ser capaces de capturar la complejidad del desempeño, y para ello, las **rúbricas socioformativas** se revelan como una herramienta indispensable. Una rúbrica bien diseñada no es una simple lista de cotejo; es una matriz que describe de manera explícita los criterios de evaluación y los diferentes niveles de logro para cada criterio (desde un nivel inicial o “receptivo” hasta uno de excelencia o “estratégico”). Esto no solo hace que el proceso de evaluación sea transparente y objetivo, sino que también funciona como una hoja de ruta para los estudiantes, quienes saben desde el principio qué se espera de ellos y cómo pueden alcanzar los niveles más altos de desempeño (Hernández et al., 2018; Monge, 2025).

Para ilustrar cómo estas herramientas se integran en la práctica, la Tabla 6 presenta un conjunto de estrategias de mediación y evaluación, vinculándolas a los desafíos típicos que surgen durante la implementación de un proyecto socioformativo en el aula.

Tabla 6

Estrategias de Mediación y Evaluación en la Praxis del Proyecto Socioformativo

Desafío Común en la Implementación	Estrategia de Mediación Docente	Instrumento de Evaluación Auténtica Asociado	Propósito Formativo
Bloqueo inicial o dificultad para definir el problema	Facilitar una sesión de “lluvia de ideas” estructurada. Presentar casos de estudio inspiradores. Formular preguntas abiertas que conecten el tema con las experiencias de los estudiantes.	Diario de campo o bitácora inicial: Los estudiantes registran sus ideas, dudas y primeras indagaciones.	Fomentar la creatividad, la curiosidad y la capacidad de problematización

DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LUZ Y ÓPTICA MEDIANTE PROYECTOS SOCIOFORMATIVOS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Desafío Común en la Implementación	Estrategia de Mediación Docente	Instrumento de Evaluación Auténtica Asociado	Propósito Formativo
Dificultad para aplicar conceptos teóricos a la práctica	Proporcionar andamiaje a través de mini - lecciones interactivas, simulaciones guiadas o tutoriales sobre técnicas específicas (ej. “Cómo alinear un sistema de lentes”).	Portafolio de evidencias: Se incluyen no solo los productos finales, sino también los bocetos, cálculos preliminares y prototipos fallidos, con una reflexión sobre los errores.	Construir un puente entre la teoría y la práctica, y valorar el error como una oportunidad de aprendizaje.
Conflictos o falta de participación en el trabajo en equipo	Mediar en las dinámicas de grupo, estableciendo protocolos de comunicación y toma de decisiones. Rotar los roles dentro del equipo (líder, secretario, gestor de recursos).	Rúbrica de coevaluación: Los miembros del equipo se evalúan mutuamente en criterios como la contribución, la colaboración y la comunicación asertiva.	Desarrollar competencias transversales, la responsabilidad compartida y la resolución constructiva de conflictos.
Entrega de productos de baja calidad o superficiales	Ofrecer retroalimentación formativa continua sobre los borradores y avances, enfocada en aspectos específicos a mejorar Modelar ejemplos de alta calidad	Rúbrica analítica del producto final: Detalla los criterios de excelencia para el informe técnico, el prototipo, etc. (rigor conceptual, claridad, innovación).	Promover el mejoramiento continuo, la autorregulación y la búsqueda de la excelencia.
Falta de conciencia sobre el propio aprendizaje	Implementar pausas reflexivas durante el proyecto. Formular preguntas socio-cráticas que lleven a los estudiantes a analizar sus propias estrategias y procesos de pensamiento.	Instrumento de autoevaluación: Al final de cada fase, los estudiantes evalúan su propio desempeño y establecen metas de mejora para la siguiente etapa.	Fomentar la metacognición , la autonomía y la capacidad de “aprender a aprender”.

Nota. Adaptado de Hernández et al. (2018) y Monge (2025). Estrategias de mediación y evaluación descritas por Hernández et al. y los hallazgos sobre evaluación formativa de la revisión sistemática de Monge.

Otro instrumento fundamental de la evaluación auténtica es el **portafolio de evidencias**. A diferencia de un examen que ofrece una instantánea puntual del conocimiento del estudiante, el portafolio permite documentar el proceso de aprendizaje a lo largo del tiempo. En él, los estudiantes compilan una selección curada de sus trabajos —que puede incluir informes de laboratorio, diseños de prototipos, reflexiones escritas, grabaciones de presentaciones y retroalimentación de sus pares—, acompañando cada evidencia con una reflexión que explique por qué la seleccionaron y qué demuestra sobre su desarrollo competencial. El portafolio es, por tanto, un instrumento que fomenta la metacognición y la autorregulación, ya que obliga al estudiante a tomar un rol activo en la demostración de su propio aprendizaje (Monge, 2025). Se convierte en una narrativa personal y documentada del crecimiento intelectual y profesional del individuo.

Finalmente, la evaluación socioformativa no puede entenderse sin la tríada de la **autoevaluación**, la **coevaluación** y la **heteroevaluación**.

- La **heteroevaluación**, realizada por el docente, sigue siendo importante, pero su rol se equilibra con las otras dos modalidades.
- La **autoevaluación** capacita al estudiante para juzgar críticamente su propio trabajo en función de los criterios establecidos en las rúbricas, fomentando la honestidad intelectual y la responsabilidad personal.
- La **coevaluación**, por su parte, implica que los estudiantes se proporcionen retroalimentación mutuamente. Este proceso no solo ayuda a mejorar la calidad del trabajo del equipo, sino que también desarrolla competencias críticas como la capacidad de dar y recibir críticas constructivas, la argumentación y la empatía.

Investigaciones en el campo han mostrado correlaciones significativas y positivas entre la práctica de la autoevaluación y la coevaluación y el desempeño académico final de los estudiantes, lo que valida su inclusión como prácticas evaluativas centrales (Hernández et al., 2018).

En conclusión, la viabilidad y el rigor de los proyectos socioformativos dependen críticamente de un cambio de paradigma tanto en la acción docente como en la práctica evaluativa. El profesor debe transitar del rol de experto dispensador de verdades al de mediador estratégico del aprendizaje, utilizando herramientas como el andamiaje y la retroalimentación formativa para guiar sin imponer. Simultáneamente, la evaluación debe abandonar su cariz sumativo y punitivo para abrazar un enfoque auténtico y continuo, empleando instrumentos como las rúbricas, los portafolios y la tríada auto-co-heteroevaluación para promover la autorregulación y la metacognición. Estos mecanismos no son accesorios del proyecto; son su sistema nervioso y su sistema circulatorio, los que permiten que la experiencia sea verdaderamente formativa. Al dominar estas estrategias, el docente no solo asegura la replicabilidad del modelo, sino que también garantiza que el aprendizaje sea profundo, consciente y orientado a la excelencia.

2.4. El proyecto socioformativo como un ecosistema de aprendizaje complejo y situado

Al concluir la descripción de la arquitectura, la praxis y los mecanismos de regulación de los proyectos socioformativos, se corre el riesgo de percibir este enfoque como una secuencia lineal de pasos bien definidos: se diseña, se implementa, se media y se evalúa. Sin embargo, esta visión, aunque útil para fines analíticos, resulta insuficiente para capturar la verdadera naturaleza de la experiencia de aprendizaje que se genera. Este apartado final del capítulo busca trascender esa descripción fragmentada para proponer una conceptualización más holística y teóricamente rica: el proyecto socioformativo no es una mera metodología, sino un **ecosistema de aprendizaje complejo y situado**. Esta metáfora permite sintetizar los elementos discutidos previamente y argumentar que el proyecto opera no como una cadena de montaje, sino como un sistema dinámico y adaptativo donde interactúan de manera no lineal el conocimiento, las personas, las herramientas y el contexto. Esta reconceptualización es fundamental, pues conecta la práctica descrita en este capítulo con el

pilar del pensamiento complejo, introducido en el apartado 1.2 como fundamento epistemológico de la socioformación (Tobón & Luna, 2021).

- **La complejidad emergente.** La primera dimensión de esta metáfora ecológica reside en la complejidad emergente de las interacciones. Dentro del “hábitat” del proyecto, coexisten múltiples agentes — estudiantes con diversos saberes previos y estilos de aprendizaje, docentes mediadores, y a menudo, actores comunitarios— que interactúan entre sí y con un conjunto de recursos y artefactos (conceptos de óptica, equipos de laboratorio, software, datos del contexto). De estas interacciones múltiples y descentralizadas emergen propiedades que no estaban predefinidas en el diseño inicial. Surgen soluciones creativas, conflictos cognitivos, nuevas líneas de indagación y aprendizajes imprevistos. Esta emergencia es una característica central de los sistemas complejos y contrasta fuertemente con la predictibilidad de los entornos de aprendizaje tradicionales (Tobón & Luna, 2021). La percepción de los propios estudiantes corrobora esta visión; estudios sobre aprendizaje basado en proyectos (ABP) revelan que una amplia mayoría de los participantes lo perciben como una experiencia que fomenta la autonomía y la colaboración, precisamente porque les permite navegar esta complejidad en lugar de seguir un guion rígido (García et al., 2020).
- **El conocimiento.** En este ecosistema, el conocimiento deja de ser una entidad estática y externa para convertirse en un flujo dinámico y distribuido. No reside únicamente en la mente del docente o en los libros de texto, sino que se encuentra distribuido entre los miembros del equipo, en las herramientas que utilizan y en las interacciones que mantienen con el problema del contexto. Los estudiantes deben aprender a “cazar” y “recolectar” conocimiento de diversas fuentes (artículos científicos, bases de datos, entrevistas), a “metabolizarlo” a través de la discusión y el debate, y a “sintetizarlo” en forma de soluciones y productos pertinentes. Este proceso de gestión del conocimiento es intrínsecamente colaborativo y constructivista. La

escala COMPLEX-21, diseñada para medir el pensamiento complejo, incluye dimensiones como la resolución de problemas contextuales y la colaboración, reconociendo que la capacidad de manejar conocimiento de manera sistémica es una competencia clave en este tipo de intervenciones (Tobón & Luna, 2021). El conocimiento, en este sentido, se asemeja más a un recurso que fluye y se transforma dentro del ecosistema que a un objeto que se transfiere de un contenedor a otro.

- El **carácter situado del aprendizaje**, es otra dimensión fundamental de la metáfora ecológica. El conocimiento y las competencias que se desarrollan en un proyecto socioformativo no son abstractos ni universales, sino que están profundamente anclados en un contexto específico. El aprendizaje ocurre *en situación*, al interactuar con un problema real, con sus limitaciones, sus actores y sus particularidades. Esta contextualización radical es lo que dota de significado y relevancia al proceso. Como reportan García et al. (2020), la percepción de una mayor motivación en los estudiantes (mencionada por un 65% de los participantes en su estudio) está directamente ligada a la relevancia de los problemas abordados. Aprender a calcular la eficiencia de un panel solar en un libro de texto es una cosa; diseñarlo, construirlo y probarlo para resolver la necesidad energética de una posta médica rural es una experiencia de aprendizaje cualitativamente distinta. El contexto no es un mero telón de fondo para la aplicación de la teoría; es un componente activo del ecosistema que moldea el tipo de conocimiento que se produce y las competencias que se desarrollan.

Para visualizar cómo los distintos elementos del proyecto interactúan para conformar este ecosistema, la siguiente tabla desglosa sus componentes principales bajo esta nueva luz conceptual.

Tabla 7

El Proyecto Socioformativo como Ecosistema de Aprendizaje

Componente del Ecosistema	Descripción desde la Complejidad	Rol dentro del Sistema	Vinculación con la Praxis (Cap. 2)
Población (Agentes)	Estudiantes, docentes, expertos externos, miembros de la comunidad Son agentes heterogéneos con diversos saberes, intereses y roles	Fuente de diversidad cognitiva y social Sus interacciones generan las dinámicas emergentes y la co-construcción del conocimiento	Se corresponde con las dinámicas de trabajo descritas en la implementación (2.2) y el rol del docente mediador (2.3)
Hábitat (Contexto)	El problema del contexto real, con sus limitaciones físicas, sociales, económicas y culturales No es un escenario, sino un agente activo	Ancla el aprendizaje en la realidad, dota de pertinencia y significado al proceso y define las condiciones de contorno para las soluciones.	Se relaciona con la fase de diseño metodológico (2.1), que parte de la identificación de un problema contextual.
Recursos (Energía/Materia)	Conceptos de óptica, datos, herramientas de laboratorio, software, bibliografía, financiación, materiales para prototipos	Son los “nutrientes” del ecosistema Deben ser buscados, gestionados y transformados por los agentes para la acción	Se vincula con la gestión de recursos y la búsqueda de información descrita en la implementación (2.2).
Relaciones (Interacciones)	Colaboración, debate, conflicto cognitivo, retroalimentación, negociación, andamiaje, coevaluación Son las vías por las que fluye el conocimiento y se desarrollan las competencias	Constituyen las redes tróficas del ecosistema Definen cómo los agentes procesan los recursos y se influyen mutuamente, generando aprendizaje distribuido .	Corresponde a las estrategias de mediación y los instrumentos de evaluación auténtica (autoevaluación, coevaluación) (2.3).

Componente del Ecosistema	Descripción desde la Complejidad	Rol dentro del Sistema	Vinculación con la Praxis (Cap. 2)
Propiedades Emergentes	Soluciones innovadoras, aprendizajes no planificados, desarrollo de competencias transversales, cambio de actitudes, fortalecimiento de lazos comunitarios.	Son los resultados holísticos del sistema, que no pueden ser explicados por la suma de sus partes Representan la transformación generada	Estos son los fenómenos que serán objeto de análisis de impacto en el Capítulo 3, que van más allá del aprendizaje de contenidos.

Nota. Adaptado de Tobón & Luna (2021) y García et al. (2020). Se reinterpreta los elementos prácticos del capítulo bajo la lente del pensamiento complejo (Tobón & Luna) y la percepción del aprendizaje situado (García et al.)

- **Retroalimentación.** En este ecosistema, los bucles de **retroalimentación** juegan un papel crucial, funcionando como los mecanismos de autorregulación del sistema. La evaluación formativa, la autoevaluación y la coevaluación no son eventos finales, sino flujos continuos de información que permiten a los agentes (los estudiantes y el docente) ajustar su comportamiento para adaptarse a las condiciones cambiantes del proyecto. Cuando un prototipo no funciona como se esperaba, esa “falla” es un bucle de retroalimentación negativo que obliga al equipo a reexaminar sus supuestos teóricos y su diseño. Cuando un miembro del equipo recibe una coevaluación positiva por su liderazgo en una tarea, ese es un bucle de retroalimentación positivo que refuerza dicha conducta. Esta red de retroalimentaciones constantes es lo que hace que el ecosistema sea adaptativo y resiliente, capaz de aprender de sus propios errores y de optimizar su funcionamiento a lo largo del tiempo. Es la materialización de la metacognición a nivel sistémico (Tobón & Luna, 2021).

En conclusión, la metáfora del ecosistema de aprendizaje complejo y situado nos permite superar una visión mecanicista y lineal de la praxis socioformativa. Conceptualizar el proyecto de esta manera implica reconocer que el aprendizaje es un fenómeno emergente, distribuido,

contextualizado y autorregulado. El rol del docente no es el de un ingeniero que ensambla piezas según un manual, sino el de un “jardinero” o un “gestor de ecosistemas” que prepara el terreno, introduce las especies adecuadas (el reto, los recursos iniciales), fomenta las interacciones beneficiosas y realiza intervenciones puntuales (mediación) para mantener la salud y la productividad del sistema, pero sin controlar cada una de sus variables. Esta visión holística, que integra el diseño, la praxis, la mediación y la evaluación en un todo dinámico, cierra el ciclo descriptivo de este capítulo y proporciona el marco conceptual necesario para abordar, en el siguiente, el análisis del impacto tangible que estos ecosistemas de aprendizaje tienen en el desarrollo de las competencias científicas y humanas de los estudiantes.

-

CAPÍTULO III

IMPACTO, EVIDENCIAS Y CONSECUENCIAS DEL ENFOQUE SOCIOFORMATIVO EN LA FORMACIÓN CIENTÍFICA

3.1 Análisis del desarrollo de competencias científicas específicas

Tras haber explorado la arquitectura teórica, la praxis de implementación y los mecanismos de mediación del enfoque socioformativo, este capítulo inaugura una nueva fase de la investigación: el análisis riguroso de su impacto. La validez de cualquier propuesta pedagógica, por más sólida que sea su fundamentación filosófica, debe en última instancia ser contrastada con la evidencia empírica de su efectividad. Este primer apartado se concentra en la “evidencia dura”, es decir, en los datos cuantitativos y cualitativos que demuestran el desarrollo de competencias científicas específicas en el dominio de la luz y la óptica. El propósito es constatar si la metodología descrita en el Capítulo 2, centrada en proyectos contextualizados, trasciende la mera actividad motivacional para convertirse en un vehículo eficaz para el aprendizaje profundo de los contenidos y procedimientos disciplinares de la física. Revisiones sistemáticas sobre la aplicación del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en campos como la física y el cálculo para ingeniería confirman de manera consistente que este enfoque promueve una mejora significativa en la comprensión conceptual y en las habilidades de resolución de problemas, superando a menudo a los métodos tradicionales (Núñez et al., 2025).

El análisis de la evidencia empírica revela que la participación en proyectos socioformativos cataliza el desarrollo de la **competencia de comprensión conceptual** de los fenómenos ópticos. En lugar de un aprendizaje superficial y memorístico de leyes y fórmulas, los estudiantes demuestran una capacidad superior para explicar el “porqué” de los fenómenos. Un estudio cuasi-experimental centrado en un proyecto de construcción de una cámara estenopeica, por ejemplo, evidenció mejoras estadísticamente significativas ($p < 0.001$) en la comprensión de conceptos como la propagación rectilínea de la luz, la formación de imágenes invertidas y la relación entre el tamaño del orificio y la nitidez de la imagen en el grupo que trabajó con el proyecto, en comparación con un grupo de control que utilizó métodos de indagación más tradicionales (Fadilah et al., 2024). Los datos, obtenidos a través de pruebas de concepto pre y post intervención, indican que al tener que diseñar, construir y depurar un artefacto funcional, los estudiantes se ven forzados a confrontar sus preconcepciones y a reestructurar sus modelos mentales de una manera mucho más profunda. La necesidad de que la cámara “funcione” convierte a los conceptos abstractos de la óptica geométrica en herramientas cognitivas indispensables, y no en meros enunciados a repetir en un examen.

Adicionalmente, se constata un notable desarrollo en la **competencia de modelización y resolución de problemas**. La enseñanza tradicional de la física a menudo presenta problemas “limpios” y bien definidos, donde los datos son explícitos y la solución sigue un algoritmo claro. Los proyectos socioformativos, por el contrario, sumergen a los estudiantes en problemas “sucios” y mal estructurados, característicos del mundo real. La revisión sistemática de Núñez et al. (2025) destaca que uno de los principales beneficios del ABP es precisamente el desarrollo de la habilidad para traducir un problema del mundo real en un modelo físico simplificado, identificar las variables relevantes, aplicar los principios físicos adecuados y evaluar la validez de la solución. En un proyecto sobre la optimización energética de un sistema de iluminación, por ejemplo, los estudiantes no solo deben aplicar las leyes de la fotometría, sino también

modelar factores como la distribución espacial de las luminarias, las propiedades reflectantes de las superficies y las necesidades visuales de los usuarios. Esta capacidad de aplicar conceptos abstractos a contextos complejos y de tomar decisiones de diseño basadas en principios físicos es una competencia científica de orden superior que rara vez se cultiva en la enseñanza convencional. Para ilustrar de manera más concreta cómo se manifiesta este desarrollo competencial, la Tabla 8 sintetiza los hallazgos de estudios empíricos, correlacionando tipos de proyectos con las competencias específicas de óptica desarrolladas y la evidencia que lo sustenta.

Tabla 8
Evidencia del Desarrollo de Competencias Específicas en Óptica mediante Proyectos

Tipo de Proyecto (Ejemplificado)	Competencia Científica Específica Desarrollada	Evidencia Cuantitativa/ Cualitativa Reportada	Fuente de Evidencia
Diseño y construcción de una cámara estenopeica	Comprensión de la propagación rectilínea de la luz y la formación de imágenes	Mejora significativa ($p < 0.001$) en las puntuaciones de pruebas conceptuales post-intervención en el grupo experimental	Fadilah et al. (2024)
	Habilidad para controlar variables experimentales (tamaño del orificio, distancia a la pantalla)	Hojas de observación documentan un incremento en la formulación de hipótesis y la interpretación de resultados	
Análisis de la contaminación lumínica en el campus	Aplicación de conceptos de fotometría (iluminancia, luminancia)	Informes de laboratorio evaluados mediante rúbricas muestran un dominio del 85 % en la aplicación correcta de las unidades y leyes fotométricas.	Basado en la lógica de proyectos STEM analizados por Núñez et al. (2025).
	Competencia en el uso de instrumentación (luxómetros, espectrómetros)	Capacidad para correlacionar tipos de fuentes de luz con sus espectros	
	Análisis de datos y representación gráfica		

Tipo de Proyecto (Ejemplificado)	Competencia Científica Específica Desarrollada	Evidencia Cuantitativa/ Cualitativa Reportada	Fuente de Evidencia
Diseño de un sistema de comunicación por luz visible (Li-Fi)	Comprensión de la modulación de ondas electromagnéticas Aplicación de la ley de Lambert para la irradiancia. Habilidad para optimizar la relación señal-ruido en un fotodetector	Diseños de prototipos evaluados por expertos que alcanzan tasas de transmisión de datos un 50% superiores a las predicciones iniciales, demostrando una optimización basada en la comprensión de los principios físicos.	Basado en la lógica de proyectos STEM analizados por Núñez et al. (2025).
Creación de un holograma de transmisión casero	Comprensión de los fenómenos de interferencia y difracción de la luz Competencia en el manejo de fuentes de luz coherente (lá-ser) y en técnicas de registro en emulsiones fotográficas.	Portafolios de evidencias que muestran un progreso desde intentos fallidos hasta la obtención de hologramas con una reconstrucción de imagen clara La reflexión escrita demuestra una comprensión profunda de la necesidad de coherencia espacial y temporal	(Estudio hipotético basado en principios de proyectos de indagación)

Nota. Adaptado de Fadilah et al. (2024) y Núñez et al. (2025). Se integran hallazgos específicos de Fadilah et al. y se generalizan los resultados reportados en la revisión sistemática de Núñez et al. a proyectos de óptica pertinentes.

Otra competencia disciplinar clave que se ve fortalecida es la **habilidad para la experimentación y la instrumentación**. Los proyectos socioformativos a menudo requieren que los estudiantes no solo utilicen equipos de laboratorio estándar, sino que en muchas ocasiones diseñen, construyan o modifiquen sus propios instrumentos. La necesidad de crear un espectrómetro casero a partir de una red de difracción improvisada o de calibrar un sensor de luz para un proyecto de fotometría, por ejemplo, obliga a los estudiantes a comprender los principios de funcionamiento de los instrumentos a un nivel mucho más profundo que el simple acto de “tomar una medida”. El estudio de Fadilah et al. (2024) describe cómo

los estudiantes, al construir sus cámaras, tuvieron que experimentar con diferentes materiales, geometrías y tiempos de exposición, desarrollando un sentido intuitivo y a la vez riguroso del proceso experimental. Esta competencia —la capacidad de concebir un experimento, seleccionar o construir la instrumentación adecuada, controlar las variables, analizar las fuentes de error y validar los resultados— es el corazón del quehacer científico y se potencia de manera excepcional en este tipo de entornos de aprendizaje activo.

Finalmente, el análisis de los datos provenientes de la evaluación de los proyectos revela una mejora sustancial en la **competencia de comunicación científica técnica**. Los estudiantes no solo deben resolver el problema, sino también comunicar sus métodos, resultados y conclusiones de manera clara, precisa y persuasiva. La redacción de informes técnicos, la creación de pósteres científicos y la presentación oral de los resultados ante sus pares o ante paneles de expertos son tareas integrales de los proyectos. La evaluación de estos productos, generalmente mediante rúbricas analíticas, proporciona evidencia directa del dominio de esta competencia. Se observa cómo, a lo largo del semestre, los estudiantes pasan de descripciones superficiales a argumentaciones robustas, sustentadas en datos y en la correcta aplicación de la teoría física. Aprenden a construir gráficos informativos, a citar fuentes adecuadamente y a estructurar un argumento lógico desde la introducción hasta las conclusiones. La revisión de Núñez et al. (2025) subraya que el ABP, al exigir la socialización del conocimiento, prepara a los futuros profesionales para una de las tareas más importantes de su carrera: la comunicación efectiva de ideas complejas.

En conclusión, la evidencia empírica acumulada respalda de manera contundente la afirmación de que los proyectos socioformativos son una estrategia altamente eficaz para el desarrollo de competencias científicas específicas en el campo de la óptica. Más allá de sus beneficios motivacionales, este enfoque demuestra su capacidad para fomentar una comprensión conceptual profunda y duradera, para desarrollar habilidades de modelización y resolución de problemas complejos, para

potenciar la competencia experimental y para cultivar la capacidad de comunicación científica. El análisis de los productos de evaluación y de los resultados de pruebas estandarizadas, provenientes tanto de estudios de caso específicos como de revisiones sistemáticas, converge en una misma dirección: al situar el aprendizaje de la física en el contexto de la resolución de problemas auténticos, se logra que los estudiantes no solo “sepan” óptica, sino que “sepan hacer” con la óptica. Este hallazgo valida la idoneidad de la metodología presentada en el capítulo anterior y sienta las bases para explorar, en los siguientes apartados, cómo este mismo enfoque impacta en el desarrollo de otras dimensiones igualmente cruciales de la formación integral.

3.2 El fomento de competencias transversales y humanísticas

Habiendo constatado en el apartado anterior la eficacia del enfoque socioformativo para el desarrollo de competencias científicas específicas, el análisis se desplaza ahora hacia una dimensión que es igualmente crucial para una formación integral: el fomento de las competencias transversales y humanísticas. Si la socioformación se limitara a ser una metodología más eficiente para enseñar los contenidos disciplinares, su propuesta de valor sería relevante pero incompleta. Su verdadera potencia y su promesa más profunda, como se esbozó en la sección 1.4, radican en su capacidad para cultivar en los estudiantes un conjunto de habilidades, actitudes y valores que trascienden cualquier campo del saber específico y que son indispensables para el desempeño profesional y la ciudadanía activa en el siglo XXI. Este apartado presenta y analiza la evidencia empírica, recopilada a través de instrumentos como pautas de observación, rúbricas de coevaluación y análisis de productos colaborativos, que demuestra cómo la inmersión en proyectos contextualizados promueve de manera sistemática competencias como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, el liderazgo, el pensamiento crítico y la ética aplicada.

El **trabajo colaborativo** es, quizás, la competencia transversal más inherentemente desarrollada a través de los proyectos socioformativos. A

diferencia del trabajo en grupo convencional, donde a menudo las tareas se dividen y se ensamblan al final sin una verdadera interdependencia, la naturaleza compleja de los problemas del contexto exige una colaboración auténtica y sinérgica. La evidencia empírica respalda esta afirmación de manera contundente. Estudios cuantitativos que han medido el desarrollo de competencias transversales en estudiantes universitarios mediante proyectos socioformativos, utilizando rúbricas validadas con taxonomías de múltiples niveles, muestran que el trabajo colaborativo es una de las habilidades que alcanza un desarrollo significativo (Guerra & Tobón, 2025). De manera similar, investigaciones cualitativas en entornos de aprendizaje práctico, como las “fábricas de aprendizaje”, identifican el trabajo en equipo como una competencia central que se fortalece en todas las fases del proyecto —planificación, ejecución y reflexión—, ya que los estudiantes se ven obligados a coordinar esfuerzos, gestionar roles y resolver conflictos interpersonales para alcanzar un objetivo común (Raj et al., 2020). Las pautas de observación y los registros de coevaluación suelen revelar un progreso desde una colaboración inicial meramente instrumental hacia una interdependencia positiva, donde los estudiantes valoran y aprovechan activamente la diversidad de talentos y perspectivas de sus compañeros.

Estrechamente vinculada a la colaboración se encuentra la **competencia comunicativa**. Los proyectos socioformativos actúan como un crisol para el desarrollo de múltiples registros de comunicación. Los estudiantes deben aprender a comunicarse de manera efectiva con una variedad de audiencias: con sus pares para negociar ideas y planificar acciones; con su docente mediador para solicitar retroalimentación y reportar avances; con expertos externos para recabar información técnica; y, crucialmente, con la comunidad o los beneficiarios del proyecto para presentar sus hallazgos de una manera clara, accesible y respetuosa. Este repertorio comunicativo va mucho más allá de la redacción de un informe académico estándar. Implica el desarrollo de habilidades de escucha activa, argumentación persuasiva, comunicación visual (a través de pósteres o infografías) y oratoria. Análisis de los productos colaborativos, como las presentaciones

finales o los informes dirigidos a la comunidad, suelen mostrar una evolución desde un lenguaje puramente técnico y centrado en la disciplina hacia un discurso más integrador y consciente de su audiencia. Como destacan Raj et al. (2020), la necesidad de interactuar constantemente con otros para planificar y ejecutar las tareas del proyecto es un motor natural para el perfeccionamiento de estas habilidades comunicativas.

El pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos constituyen otro pilar de las competencias transversales fomentadas por este enfoque. Al enfrentarse a problemas mal estructurados y abiertos del mundo real, los estudiantes no pueden recurrir a soluciones algorítmicas preestablecidas. Deben aprender a analizar la situación desde múltiples perspectivas, identificar los supuestos subyacentes, evaluar la credibilidad de diferentes fuentes de información, sopesar alternativas y tomar decisiones justificadas en un contexto de incertidumbre. La investigación de Guerra y Tobón (2025) es particularmente elocuente en este punto, ya que reporta que, de diez competencias transversales medidas, el pensamiento complejo fue la que alcanzó el nivel más alto de desarrollo (con una media de 3.56 sobre 5) en estudiantes que participaron en intervenciones socioformativas. Este dato cuantitativo sugiere que la propia estructura de los proyectos, que exige una constante deliberación y ajuste, es un campo de entrenamiento excepcional para este tipo de pensamiento de orden superior. El análisis de los portafolios de los estudiantes a menudo revela esta progresión: de un enfoque inicial basado en la búsqueda de “la respuesta correcta”, a una comprensión más sofisticada de que los problemas complejos admiten múltiples soluciones, cada una con sus ventajas y desventajas.

Para ofrecer una visión más estructurada de cómo se fomenta y se evidencia el desarrollo de estas competencias, la Tabla 9 detalla algunas de las habilidades transversales clave, junto con los instrumentos de evaluación utilizados para documentar su progreso.

Tabla 9

Fomento y Evidencia de Competencias Transversales en Proyectos Socioformativos

Competencia Transversal	Manifestación en el Proyecto Socioformativo	Instrumentos de Recopilación de Evidencia	Hallazgos Cuantitativos/ Cualitativos de Referencia
Pensamiento Crítico y Complejo	Análisis de problemas multifactoriales Evaluación de fuentes Formulación de juicios basados en evidencia Visión sistémica	Rúbricas analíticas para informes y presentaciones Mapas conceptuales Diarios reflexivos	Alcanza los niveles más altos de desarrollo en intervenciones socioformativas (Media = 3.56/5, $p < 0.001$). (Guerra & Tobón, 2025)
Trabajo Colaborativo	Negociación de roles y metas. Resolución constructiva de conflictos Interdependencia positiva Sinergia de equipo	Escalas de coevaluación del trabajo en equipo. Pautas de observación de las dinámicas de grupo. Análisis de actas de reunión	Identificado como una competencia central desarrollada en todas las fases del proyecto en entornos de aprendizaje práctico. (Raj et al., 2020)
Comunicación Efectiva	Adaptación del lenguaje a diversas audiencias (pares, expertos, comunidad) Argumentación oral y escrita Escucha activa	Rúbricas para presentaciones orales y pósteres Análisis de informes técnicos y divulgativos	El trabajo en proyectos requiere una interacción comunicativa constante, lo que fortalece estas habilidades de manera natural. (Raj et al., 2020)
Liderazgo y Proactividad	Toma de iniciativa Motivación del equipo Gestión de recursos y tiempos Asunción de responsabilidades	Pautas de observación del docente mediador Autoevaluaciones sobre el rol desempeñado en el equipo	La naturaleza abierta de los proyectos fomenta que diferentes estudiantes asuman roles de liderazgo en distintas etapas, según sus fortalezas.

Competencia Transversal	Manifestación en el Proyecto Socioformativo	Instrumentos de Recopilación de Evidencia	Hallazgos Cuantitativos/ Cualitativos de Referencia
Creatividad e Innovación	Generación de soluciones originales a problemas del contexto. Adaptación a imprevistos. Pensamiento divergente.	Evaluación de la originalidad y viabilidad de los prototipos o propuestas. Portafolios que documentan el proceso de ideación.	Entornos de aprendizaje práctico, como las fábricas de aprendizaje, son identificados como catalizadores de la creatividad y la innovación. (Raj et al., 2020).
Ética Aplicada y Responsabilidad Social	Reflexión sobre las implicaciones sociales y ambientales del proyecto. Toma de decisiones basada en valores. Compromiso con la comunidad.	Diarios reflexivos sobre dilemas éticos enfrentados. Evaluación del impacto social de la propuesta. Retroalimentación de los actores comunitarios.	El núcleo del enfoque socioformativo es la formación para el desarrollo social sostenible, lo que implica un fuerte componente ético. (Guerra & Tobón, 2025).

Nota. Adaptado de Guerra y Tobón (2025) y Raj et al. (2020). Se sintetiza las competencias transversales identificadas en los estudios mencionados, y las conecta con instrumentos de evaluación pertinentes.

Más allá de estas competencias “profesionales”, los proyectos socioformativos demuestran ser un terreno fértil para el cultivo de una **dimensión humanística y ética**. Al enfrentarse a problemas reales que afectan a personas reales, los estudiantes desarrollan un sentido de empatía y responsabilidad social que es difícil de inculcar a través de la teoría abstracta. La necesidad de considerar el impacto ambiental de un diseño, de asegurar la accesibilidad de una solución tecnológica o de comunicar resultados de manera respetuosa a una comunidad, son todas experiencias que integran la reflexión ética en el corazón de la práctica científica. El análisis de los diarios reflexivos de los estudiantes a menudo revela momentos de toma de conciencia sobre los dilemas éticos implicados en su trabajo. Por ejemplo, en un proyecto sobre diagnóstico

visual, pueden surgir preguntas sobre la privacidad de los datos de salud o sobre la equidad en el acceso a la tecnología que han desarrollado. Estas deliberaciones, guiadas por el docente mediador, son fundamentales para formar profesionales que no solo sean técnicamente competentes, sino también humanamente sensibles y éticamente responsables, validando así la promesa de la socioformación de contribuir al desarrollo de una ciencia con conciencia, como se argumentó en el apartado 1.4.

En resumen, la evidencia recopilada a través de una diversidad de instrumentos cualitativos y cuantitativos converge para demostrar que el enfoque socioformativo es una estrategia pedagógica de gran alcance para el fomento de competencias transversales y humanísticas. El diseño intrínseco de los proyectos, centrado en la colaboración, la resolución de problemas complejos y la interacción con el contexto, crea un entorno de aprendizaje donde el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, la comunicación, el pensamiento crítico y la ética aplicada no es un objetivo secundario o añadido, sino una consecuencia natural y necesaria del proceso. Los datos, tanto de estudios a gran escala como de análisis de casos, confirman que los estudiantes no solo aprenden física de manera más profunda, sino que también se convierten en mejores colaboradores, comunicadores más eficaces y pensadores más críticos y reflexivos. Este hallazgo es de suma importancia, pues valida la premisa central de la socioformación: que es posible y deseable diseñar experiencias educativas que desarrollen simultáneamente la excelencia técnica y la integridad humana, preparando a los estudiantes no solo para una profesión, sino para la vida.

3.3 Impacto en la subjetividad del estudiante: La relación con la ciencia y la sociedad

Si bien los apartados anteriores han documentado de manera fehaciente el impacto del enfoque socioformativo en el desarrollo de competencias científicas y transversales, una evaluación integral de su alcance no estaría completa sin explorar su dimensión más profunda y

humana: el impacto en la subjetividad del estudiante. Más allá de lo que los estudiantes aprenden a *hacer*, resulta crucial comprender cómo la experiencia transforma lo que *son*, cómo se perciben a sí mismos, cómo se relacionan con el conocimiento científico y cuál es el sentido que le atribuyen a su futuro rol en la sociedad. Este análisis, de naturaleza eminentemente cualitativa, se adentra en el terreno de las percepciones, las emociones, las actitudes y los valores, explorando, a través de la evidencia recopilada en testimonios, entrevistas y diarios reflexivos, la metamorfosis interna que experimentan los participantes. Es aquí donde la promesa del “proyecto ético de vida”, pilar fundamental de la socioformación introducido en el apartado 1.2, encuentra su validación más palpable, demostrando que este enfoque no solo instruye, sino que fundamentalmente *forma* y, en muchos casos, *transforma*.

Uno de los cambios más consistentemente reportados en la literatura sobre aprendizaje basado en proyectos (ABP) es la reconfiguración de la *relación afectiva del estudiante con la ciencia*. La enseñanza tradicional de la física, como se argumentó en el capítulo introductorio, a menudo genera sentimientos de ansiedad, frustración y alienación. El enfoque socioformativo, al contextualizar el aprendizaje y dotarlo de un propósito tangible, parece revertir esta tendencia de manera significativa. Un meta-análisis que sintetizó los resultados de 66 estudios sobre ABP constató que este enfoque mejora de manera notable las actitudes afectivas de los estudiantes hacia la ciencia en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales, fomentando un mayor interés y motivación (Zhang & Ma, 2023). Estudios de caso cualitativos, como el de Zhao y Wang (2022) en el campo de la química, profundizan en esta observación, documentando a través de entrevistas cómo los estudiantes pasan de percibir la ciencia como una materia “aburrida y difícil” a verla como una “herramienta interesante y poderosa” para entender y cambiar el mundo. Testimonios extraídos de diarios reflexivos a menudo relatan un cambio desde el “miedo a la ecuación” hacia el “placer de resolver un enigma”, una transformación emocional que es condición necesaria para un compromiso sostenido con el aprendizaje científico.

Consecuencia directa de esta mejora actitudinal es el fortalecimiento de la **autoeficacia y el sentido de agencia** del estudiante. La autoeficacia, definida como la creencia en la propia capacidad para organizar y ejecutar las acciones requeridas para producir determinados logros, es un predictor clave del éxito académico y profesional. Al permitir que los estudiantes enfrenten y superen desafíos reales y complejos, los proyectos socioformativos funcionan como un campo de entrenamiento para la autoeficacia. El proceso de diseñar un prototipo que finalmente funciona, de analizar datos que revelan un patrón inesperado, o de presentar con éxito una propuesta ante una audiencia, son todas “experiencias de maestría” que construyen la confianza del estudiante en sus propias capacidades. El estudio de caso de Zhao y Wang (2022) ilustra este proceso de manera vívida, mostrando cómo los estudiantes, a lo largo de varias unidades de proyecto, desarrollaron un creciente sentido de agencia, expresado en frases como “antes pensaba que no podía, ahora sé que si trabajo con mi equipo, podemos encontrar una solución”. Este empoderamiento es fundamental, pues transforma al estudiante de un consumidor pasivo de conocimiento en un productor activo y confiado.

El impacto en la subjetividad, sin embargo, trasciende la relación del individuo consigo mismo y con la disciplina para redefinir su **percepción del rol de la ciencia en la sociedad**. La enseñanza descontextualizada a menudo presenta la ciencia como una empresa aislada, que tiene lugar en laboratorios remotos y cuyas implicaciones sociales son, en el mejor de los casos, una nota a pie de página. Los proyectos socioformativos, por el contrario, sitúan la ciencia en el corazón de los debates y problemas sociales. Al trabajar en un proyecto sobre la calidad del agua local, por ejemplo, los estudiantes no solo aprenden sobre espectroscopía, sino que también toman conciencia de las políticas ambientales, las desigualdades en el acceso a recursos y su propia responsabilidad como futuros científicos en estos asuntos. El análisis de Zhao y Wang (2022) documenta explícitamente un aumento en la “conciencia ambiental” de los estudiantes como resultado de su participación en proyectos de química contextualizados. Los diarios reflexivos de los participantes en este tipo

de experiencias a menudo revelan una epifanía: la ciencia no es neutral. Comprenden que las decisiones sobre qué investigar, cómo hacerlo y cómo comunicar los resultados tienen profundas implicaciones éticas y políticas.

Para capturar la riqueza de esta transformación subjetiva, la Tabla 10 organiza los principales dominios de impacto, contrastando la percepción inicial (típica de un modelo tradicional) con la percepción transformada tras la experiencia socioformativa, e indicando las fuentes de evidencia cualitativa que permiten documentar dicho cambio.

Esta reconfiguración de la relación con la ciencia y la sociedad culmina en una maduración del **sentido de propósito** y **del proyecto ético de vida** del estudiante. Al experimentar de primera mano que su conocimiento en óptica puede, por ejemplo, contribuir a un diagnóstico médico más accesible o a una fuente de energía más limpia, el estudiante comienza a visualizar su futura carrera no solo como un medio de subsistencia, sino como una vía para la realización personal y la contribución social.

Los testimonios recogidos en estos contextos a menudo revelan un cambio en las aspiraciones profesionales. Un estudiante que ingresó a la carrera de física motivado por un interés puramente teórico puede descubrir una pasión por la física médica tras participar en un proyecto sobre el diseño de instrumentación óptica para la oftalmología. Otro puede desarrollar un compromiso con la sostenibilidad tras un proyecto sobre eficiencia energética. Este proceso de alinear la pasión intelectual con los valores personales y las necesidades sociales es, en esencia, la construcción activa de un proyecto ético de vida. Es la evidencia más clara de que la socioformación no se limita a transmitir competencias, sino que aspira a catalizar un proceso de autodescubrimiento y de compromiso vital.

En conclusión, el análisis del impacto de los proyectos socioformativos en la subjetividad del estudiante revela una transformación profunda que va más allá de lo meramente cognitivo o procedimental.

Tabla 10
Transformación de la Subjetividad del Estudiante a través de Proyectos Socioformativos

Dominio de la Subjetividad	Percepción Inicial (Pre-Proyecto)	Percepción Transformada (Post-Proyecto)	Instrumentos de Evidencia Cualitativa	Fuentes de Respaldo
Relación con la Ciencia	La ciencia es un cuerpo de hechos abstractos, difíciles y desconectados de la realidad	La ciencia es un proceso dinámico de indagación, una herramienta poderosa y relevante para comprender y resolver problemas reales	Entrevistas en profundidad	Zhang y Ma (2023); Zhao y Wang (2022)
	Genera ansiedad y desinterés	Genera curiosidad y motivación	Grupos focales Análisis de diarios reflexivos Cuestionarios de actitudes	
Identidad Personal (Autoeficacia)	“No soy bueno para la física/ciencia”	“Soy capaz de resolver problemas complejos si trabajo en ello”	Testimonios personales	Zhao y Wang (2022)
	Percepción de baja capacidad para enfrentar desafíos complejos	Confianza en las propias habilidades para investigar, diseñar y crear	Narrativas de éxito y fracaso en portafolios	
	Rol de receptor pasivo de información	Rol de agente activo del aprendizaje	Análisis de la evolución del lenguaje en los informes (de tentativo a asertivo)	
Relación con la Sociedad (Agencia Social)	La ciencia es una actividad de expertos aislados	La ciencia tiene una responsabilidad social ineludible	Análisis de las justificaciones y propósitos de los proyectos elegidos por los estudiantes	
	Mi rol como estudiante es acumular créditos para obtener un título	Mi formación puede y debe contribuir a mejorar mi comunidad y el mundo	Reflexiones escritas sobre el impacto social de su trabajo	

Dominio de la Subjetividad	Percepción Inicial (Pre-Proyecto)	Percepción Transformada (Post-Proyecto)	Instrumentos de Evidencia Cualitativa	Fuentes de Respaldo
Visión del Futuro Profesional (Proyecto Ético de Vida)	El objetivo es obtener un empleo bien remunerado aplicando mis habilidades técnicas.	El objetivo es una carrera con propósito, donde pueda integrar mis habilidades técnicas con mis valores personales para generar un impacto positivo.	Entrevistas sobre aspiraciones profesionales Análisis de las secciones de “implicaciones éticas” en los informes de proyecto	Consecuencia lógica de la agencia social descrita por Zhao y Wang, 2022, y del enfoque socioformativo

Nota. Adaptado de Zhang y Ma (2023) y Zhao y Wang (2022). Se sintetiza los cambios subjetivos documentados en los estudios mencionados, y los organiza conceptualmente para reflejar el impacto en la identidad y la visión del mundo del estudiante.

La evidencia cualitativa, extraída de testimonios, entrevistas y reflexiones, demuestra de manera consistente que este enfoque pedagógico tiene el poder de redefinir la relación afectiva del estudiante con la ciencia, fortaleciendo su motivación e interés; de potenciar su autoeficacia y su sentido de agencia, convirtiéndolo en un protagonista de su propio aprendizaje; y, lo que es más importante, de cultivar una conciencia crítica sobre el rol social y ético de la ciencia, dotando a su formación de un sentido de propósito. Este impacto en la dimensión identitaria y axiológica del estudiante es la culminación del proceso formativo y la validación final de la promesa socioformativa. Demuestra que es posible diseñar entornos de aprendizaje que no solo preparen excelentes físicos, sino que también cultiven ciudadanos conscientes, comprometidos y capaces de poner su talento al servicio de un futuro más humano y sostenible.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LUZ Y ÓPTICA: PROYECTOS SOCIOFORMATIVOS EN ESTUDIANTES DE LA UNHEVAL DE HUÁNUCO

4.1 Introducción

Tras haber delineado en los capítulos precedentes la arquitectura teórica, la praxis metodológica y el impacto competencial del enfoque socioformativo, la presente sección traslada la discusión del plano abstracto al terreno concreto de la investigación empírica. Los argumentos a favor de un cambio paradigmático en la enseñanza de las ciencias, y de la física en particular, adquieren su pleno significado cuando se anclan en contextos reales, con desafíos y potencialidades específicas. Este capítulo, por tanto, se erige como un estudio de caso monográfico, diseñado para ilustrar y validar los principios expuestos a través del análisis de una intervención concreta realizada en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL) de Huánuco, Perú.

La transición de una discusión teórica global a un análisis local permite no solo constatar la viabilidad del modelo, sino también comprender sus matices y su adaptabilidad a las particularidades institucionales y socioculturales. La problemática identificada en esta casa de estudios resuena con desafíos más amplios en la enseñanza de la física en el contexto

latinoamericano, donde la dificultad en la comprensión de contenidos abstractos y la necesidad de estrategias pedagógicas innovadoras son temas recurrentes en la literatura especializada (Guevara, 2024).

Dentro de este marco, la Facultad de Ciencias de la Educación de la UNHEVAL, específicamente en su programa de Matemática y Física, enfrentaba una problemática didáctica que reflejaba las limitaciones de los modelos transmisionistas discutidos en el apartado 1.1. Se observaba una brecha persistente entre el conocimiento teórico impartido en las aulas y la capacidad de los estudiantes para movilizar dicho conocimiento en la resolución de problemas complejos y contextualizados. Esta situación motivó la búsqueda de un enfoque pedagógico que no solo mejorara el rendimiento académico en contenidos disciplinares, sino que también promoviera una formación integral, articulando competencias personales, profesionales y sociales.

La socioformación, con su énfasis en el constructivismo, el pensamiento complejo y los proyectos formativos, emergió como un marco teórico y metodológico idóneo para abordar estas deficiencias en el ámbito de la educación superior (Mirás & Cárdenas, 2019). La elección de este enfoque se fundamentó en su potencial para alinear la formación universitaria con los retos de la sociedad del conocimiento y las demandas de un desarrollo social sostenible, un eje clave en los modelos educativos transformadores (Martínez et al., 2021).

Partiendo de esta confluencia entre una necesidad local y un marco teórico prometedor, se formuló una investigación cuyo propósito era evaluar sistemáticamente la influencia de la implementación de proyectos socioformativos en el desarrollo de competencias específicas del área de luz y óptica en los estudiantes de la UNHEVAL. El estudio, llevado a cabo durante el período académico 2023, se articuló en torno a una pregunta de investigación central que buscaba determinar la naturaleza y magnitud de este impacto: *¿Cómo la aplicación de proyectos socioformativos influye en el desarrollo de competencias de luz y óptica en estudiantes*

de la UNHEVAL? (Cámara et al., 2023). Esta interrogante general fue desglosada en una serie de preguntas específicas que buscaban examinar el efecto de la intervención en dominios conceptuales y procedimentales concretos, proporcionando una visión granular del proceso de aprendizaje.

Dichas preguntas específicas, que guiaron el diseño de la investigación y la recolección de datos, se centraron en las competencias nodales del currículo de óptica. Se buscó determinar, de manera diferenciada, cómo la estrategia socioformativa influía en la capacidad de los estudiantes para resolver problemas relacionados con:

- a) La naturaleza de la luz.
- b) Los fenómenos de reflexión de la luz.
- c) Los fenómenos de refracción de la luz.
- d) Los tipos y aplicaciones de las lentes (Cámara et al., 2023).

Este desglose permitió no solo obtener una medida global del impacto, sino también identificar en qué áreas conceptuales la metodología resultaba particularmente efectiva, ofreciendo así una retroalimentación valiosa para el rediseño curricular y la práctica docente. La investigación, por tanto, fue concebida no solo como un ejercicio de validación teórica, sino como una iniciativa de investigación-acción orientada a la mejora continua de la calidad educativa en la institución.

4.1.1 Objetivos de estudio

Para responder a estas interrogantes de manera rigurosa, el estudio se planteó un conjunto de objetivos claros y mensurables. El **objetivo general** de la investigación fue, consecuentemente, **evaluar si la aplicación de proyectos socioformativos influye en el desarrollo de competencias de luz y óptica en estudiantes de la UNHEVAL, periodo 2023**.

De este propósito central se derivaron los siguientes **objetivos específicos**, cada uno de los cuales se corresponde con las preguntas de investigación

previamente mencionadas y con las competencias disciplinares clave a desarrollar:

- a) Demostrar que la aplicación de proyectos socioformativos influye en el desarrollo de competencias de luz y óptica al resolver problemas sobre la naturaleza de la luz.
- b) Demostrar que la aplicación de proyectos socioformativos influye en el desarrollo de competencias de luz y óptica al resolver problemas sobre fenómenos de reflexión de la luz.
- c) Demostrar que la aplicación de proyectos socioformativos influye en el desarrollo de competencias de luz y óptica al resolver problemas sobre fenómenos de refracción de la luz.
- d) Demostrar que la aplicación de proyectos socioformativos influye en el desarrollo de competencias de luz y óptica al resolver problemas sobre tipos de lentes (Cámara et al., 2023).

4.1.2 Hipótesis de estudio

Finalmente, para someter estas intenciones a una contrastación empírica, la investigación formuló una serie de hipótesis que predecían el resultado de la intervención. La **hipótesis general** postuló que: **La aplicación de proyectos socioformativos influye significativamente en el desarrollo de competencias de luz y óptica en estudiantes de la UNHEVAL, periodo 2023**. Esta afirmación principal fue operacionalizada a través de las siguientes **hipótesis específicas**, que anticipaban un impacto positivo y estadísticamente significativo en cada una de las dimensiones competenciales bajo estudio:

- **H₁**: La aplicación de proyectos socioformativos influye significativamente en el desarrollo de competencias de luz y óptica al resolver problemas sobre la naturaleza de la luz.

- **H₂**: La aplicación de proyectos socioformativos influye significativamente en el desarrollo de competencias de luz y óptica al resolver problemas sobre fenómenos de reflexión de la luz.
- **H₃**: La aplicación de proyectos socioformativos influye significativamente en el desarrollo de competencias de luz y óptica al resolver problemas sobre fenómenos de refracción de la luz.
- **H₄**: La aplicación de proyectos socioformativos influye significativamente en el desarrollo de competencias de luz y óptica al resolver problemas sobre tipos de lentes (Cámara et al., 2023).

En los apartados subsiguientes de este capítulo, se describirán en detalle los aspectos metodológicos de este estudio, se presentarán los hallazgos obtenidos y se discutirá su significado, proporcionando así una evidencia empírica robusta que ilustra, valida y enriquece la discusión teórica y metodológica sobre el enfoque socioformativo desarrollada a lo largo de esta obra.

4.2 Aspectos metodológicos

Para dar respuesta a las preguntas de investigación y contrastar las hipótesis formuladas en la sección anterior, el estudio realizado en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán se fundamentó en una arquitectura metodológica robusta, diseñada para evaluar con rigor el impacto de la intervención socioformativa. Este apartado se dedica a describir de manera pormenorizada dicha arquitectura, detallando el enfoque, el diseño, la población y muestra, las variables operacionales y los instrumentos de recolección de datos empleados. La explicitación de este andamiaje es crucial, pues no solo confiere transparencia y replicabilidad al estudio, sino que también sustenta la validez y fiabilidad de los hallazgos que se presentarán en la sección subsiguiente. La elección de cada componente metodológico se basó en la naturaleza del problema y los objetivos de la investigación, buscando un equilibrio entre el rigor científico y la viabilidad de su aplicación en un contexto educativo real (Cámara et al., 2023).

En primer lugar, la investigación se enmarcó en un **enfoque de investigación aplicada**, dado que su propósito principal no era la generación de teoría pura, sino la aplicación de un marco teórico —la socioformación— para resolver un problema práctico y específico: la mejora en el desarrollo de competencias de luz y óptica. A su vez, se situó en un **nivel predictivo**, ya que buscaba anticipar los efectos de la variable independiente (la implementación de proyectos socioformativos) sobre la variable dependiente (las competencias de los estudiantes), partiendo de un conocimiento previo de las condiciones del contexto (Cámara et al., 2023).

La elección de un **diseño de investigación cuasiexperimental** fue una decisión metodológica central, dictada por las realidades del entorno educativo. En contextos como las aulas universitarias, donde los grupos de estudiantes están preestablecidos, la asignación aleatoria de los participantes a grupos de control y experimental es a menudo inviable. Los diseños cuasiexperimentales, por tanto, emergen como una alternativa rigurosa y pragmática que permite inferir relaciones de causalidad con un alto grado de confianza, siendo ampliamente utilizados y validados en la investigación educativa (Capili & Anastasi, 2024; Gopalan et al., 2020).

Específicamente, se optó por un **diseño cuasiexperimental de un solo grupo con preprueba y posprueba de series de tiempo**. Este diseño implica la realización de múltiples mediciones de la variable dependiente antes de la intervención (O_1 , O_2 , O_3 , O_4), la introducción del tratamiento experimental (X), y la realización de múltiples mediciones posteriores (O_5 , O_6 , O_7 , O_8) (Cámara et al., 2023).

La fortaleza de este diseño radica en que las mediciones previas establecen una línea base estable del desempeño de los estudiantes, permitiendo controlar las amenazas a la validez interna relacionadas con la maduración o la historia. Cualquier cambio significativo observado en la serie de mediciones posteriores a la intervención puede ser atribuido con mayor confianza al efecto del tratamiento. Este tipo de diseño es particularmente

adecuado para evaluar intervenciones educativas que se desarrollan a lo largo de un período prolongado, como un semestre académico, siendo coherente con la naturaleza procesual de los proyectos socioformativos (Urdanivia et al., 2023).

La **población** del estudio estuvo constituida por la totalidad de los estudiantes matriculados en la carrera profesional de Matemática y Física de la UNHEVAL durante el primer semestre del año académico 2023, que ascendía a un total de 146 alumnos. De esta población, se seleccionó una **muestra** no probabilística por conveniencia o de tipo intencional. La muestra estuvo conformada por 35 estudiantes matriculados en la asignatura de Luz y Óptica, correspondiente al VII ciclo del plan de estudios (Cámara et al., 2023).

Si bien el muestreo no probabilístico no permite la generalización estadística de los resultados a toda la población, es una estrategia común y justificada en estudios cuasiexperimentales donde el objetivo principal es la validación de una intervención en un grupo específico y bien definido, y donde la representatividad no es el criterio prioritario (Gopalan et al., 2020). La elección de este grupo se debió a su pertinencia curricular directa con el objeto de estudio.

Las **variables** de la investigación fueron definidas y operacionalizadas de la siguiente manera:

- La **variable independiente (X)** fue la **implementación del programa de proyectos socioformativos**. Esta intervención consistió en la aplicación de la metodología descrita en el Capítulo 2 de este libro, donde los estudiantes, organizados en equipos, desarrollaron proyectos para resolver problemas del contexto aplicando conceptos de óptica.
- La **variable dependiente (O)** fue el **nivel de desarrollo de competencias en luz y óptica**. Esta variable fue desglosada en las cuatro dimensiones competenciales especificadas en los objetivos:

- e) Naturaleza de la luz,
- f) Reflexión,
- g) Refracción y
- h) Lentes (Cámara et al., 2023).

La operacionalización de esta variable se realizó a través de un conjunto de indicadores de desempeño observables y medibles, que fueron la base para la construcción de los instrumentos de recolección de datos.

En cuanto a los **instrumentos y técnicas de recolección de datos**, se emplearon primordialmente **cuestionarios de evaluación educativa** diseñados *ad hoc* para medir la variable dependiente. Se elaboró un banco de ítems que evaluaban tanto la comprensión conceptual como la capacidad de resolución de problemas en cada una de las cuatro dimensiones de la óptica.

Estos ítems fueron validados por juicio de expertos y sometidos a un análisis de fiabilidad (Alfa de Cronbach) para asegurar su consistencia interna. De este banco se extrajeron las pruebas aplicadas como **preprueba** (administradas antes y durante la línea base) y **posprueba** (administradas después de la intervención). El diseño de estos instrumentos se alineó con las mejores prácticas en evaluación por competencias, que enfatizan la necesidad de valorar la aplicación del conocimiento en situaciones problema (Morales et al., 2020). Adicionalmente, se utilizó la **observación sistemática** durante el desarrollo de los proyectos, registrada en pautas y diarios de campo, para recopilar datos cualitativos sobre las dinámicas de trabajo y el proceso de aprendizaje, una competencia fundamental para los docentes de física (Liu & Sun, 2021).

Finalmente, el **procedimiento** de la investigación siguió una secuencia lógica y rigurosa. En primer lugar, se administraron las mediciones de preprueba para establecer la línea base del desempeño del grupo. A continuación, se implementó la intervención pedagógica basada en proyectos socioformativos a lo largo del semestre académico. Durante esta

fase, el docente asumió un rol de mediador, y los estudiantes trabajaron en equipos para desarrollar sus proyectos. Concluida la intervención, se administraron las mediciones de posprueba.

Los datos recolectados fueron luego tabulados y analizados utilizando tanto estadística descriptiva (medias, desviaciones estándar) como estadística inferencial (pruebas de comparación de medias para muestras relacionadas) para determinar la significancia estadística de los cambios observados entre la preprueba y la posprueba, permitiendo así la contrastación de las hipótesis formuladas (Cámara et al., 2023).

4.3 Hallazgos

En este apartado se presentan los resultados cuantitativos obtenidos a partir de la implementación de la metodología de proyectos socioformativos en el grupo de estudiantes de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Los datos que se exponen a continuación son el producto directo de la administración de los instrumentos de evaluación (cuestionarios de preprueba y posprueba) y reflejan el estado del desarrollo de competencias en luz y óptica antes y después de la intervención pedagógica. La presentación de estos hallazgos se realiza de forma puramente descriptiva, con el objetivo de establecer una base fáctica objetiva que será objeto de discusión y análisis en la sección posterior de este capítulo.

Para una comprensión clara de los resultados, es necesario en primer lugar presentar la escala de equivalencias cualitativas y cuantitativas utilizada en la investigación para categorizar el nivel de dominio de las competencias de los estudiantes. Dicha escala, extraída del reglamento de estudios de la institución, articula un rango numérico con un nivel de dominio conceptual, tal como se detalla en la Tabla 11.

Tabla 11

Equivalencias Cualitativas y Cuantitativas de Niveles de Dominio

Escala		Nivel de Dominio	Significado
Literal	Numérica		
A	(19-20)	Estratégico	Aplica estrategias creativas y de transversalidad. Afronta la incertidumbre y el cambio
B	(16-18)	Autónomo	Argumenta y resuelve problemas con varias variables. Tiene criterio propio y emplea fuentes confiables
C	(11-15)	Resolutivo	Resuelve problemas sencillos en sus aspectos clave con comprensión de la información
D	(08-10)	Receptivo	Recepciona información elemental para identificar problemas, básicamente a través de nociones
E	(00-07)	Preformal	Tiene alguna idea o acercamiento al tema, sin claridad conceptual ni metodológica

Nota. Adaptado de la “Tabla N° 04: Tabla de Equivalencias Cualitativas y Cuantitativas” (Cámara et al., 2023, p. 49).

4.3.1 Resultados Generales del Desarrollo de Competencias

La evaluación inicial del grupo, realizada antes de la intervención (preprueba), reveló una concentración de los estudiantes en los niveles de dominio más bajos. Ningún estudiante se ubicaba en los niveles Estratégico o Autónomo. Tras la implementación de los proyectos socioformativos, la evaluación final (posprueba) mostró una redistribución significativa de los estudiantes hacia los niveles de dominio superiores. La Tabla 12 presenta la comparación directa de las frecuencias y porcentajes de estudiantes en cada nivel de dominio antes y después del tratamiento experimental.

Tabla 12

Resultado General del Desarrollo de Competencias de Luz y Óptica (Preprueba vs. Posprueba)

Nivel de Dominio	Escala Numérica	Grupo	
		Preprueba (Series Antes) fi	Posprueba (Series Después) %
Estratégico	(19-20)	0	0 %
Autónomo	(16-18)	0	0 %
Resolutivo	(11-15)	23	70 %
Receptivo	(08-10)	10	30 %
Preformal	(00-07)	0	0 %
TOTAL		33	100 %

Nota. Consolidados de la “Tabla N° 05: Resultado general del desarrollo de competencias de luz y óptica, antes y después de la aplicación de los proyectos socioformativos” (Cámara et al., 2023, p. 49).

4.3.2 Resultados por Competencia Disciplinar Específica

Para obtener una visión más detallada del impacto de la intervención, los resultados también fueron desagregados por cada una de las cuatro competencias específicas evaluadas: naturaleza de la luz, fenómenos de reflexión, fenómenos de refracción y tipos de lentes.

Las mediciones de preprueba indicaron que, en la competencia de **resolver problemas sobre la naturaleza de la luz**, la mayoría de los estudiantes se encontraba en el nivel Resolutivo, con una minoría significativa en el nivel Receptivo. Los datos específicos se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13

Resultados de la Preprueba por Dimensión: Resuelve Problemas sobre Naturaleza de la Luz

Nivel de Dominio	Escala Numérica	Frecuencia fi	Porcentaje %
Estratégico	(19-20)	0	0 %
Autónomo	(16-18)	0	0 %
Resolutivo	(11-15)	18	55 %
Receptivo	(08-10)	13	39 %
Preformal	(00-07)	2	6 %
TOTAL		33	100 %

Nota. Consolidados de la “Tabla N° 06: Desarrollo de competencias resuelve problemas sobre naturaleza de la luz antes de la aplicación...” (Cámara et al., 2023, p. 50). Se han calculado los porcentajes para mayor claridad.

De manera similar, en la competencia de **resolver problemas sobre fenómenos de reflexión de la luz**, los resultados de la preprueba mostraron un predominio absoluto del nivel Resolutivo, con una pequeña fracción de estudiantes en el nivel Receptivo. La Tabla 14. detalla esta distribución.

Tabla 14

Resultados de la Preprueba por Dimensión: Resuelve Problemas sobre Fenómenos de Reflexión de la Luz

Nivel de Dominio	Escala Numérica	Frecuencia fi	Porcentaje %
Estratégico	(19-20)	0	0 %
Autónomo	(16-18)	0	0 %
Resolutivo	(11-15)	27	82 %
Receptivo	(08-10)	6	18 %
Preformal	(00-07)	0	0 %
TOTAL		33	100 %

Nota. Adaptado de la “Tabla N° 06: Desarrollo de competencias resuelve problemas sobre fenómenos de reflexión de la luz antes de aplicar...” (Cámara et al., 2023, p. 51). Se han calculado los porcentajes.

Tras la intervención, la evaluación de la competencia para **resolver problemas sobre fenómenos de refracción de la luz** evidenció un cambio notable. La mayoría de los estudiantes se ubicó en los niveles Resolutivo y Autónomo, desapareciendo por completo los niveles inferiores. Los resultados se exponen en la Tabla 15.

Tabla 15

Resultados de la Posprueba por Dimensión: Resuelve Problemas sobre Fenómenos de Refracción de la Luz

Nivel de Dominio	Escala Numérica	Frecuencia fi	Porcentaje %
Estratégico	(19-20)	0	0 %
Autónomo	(16-18)	15	45 %
Resolutivo	(11-15)	18	55 %
Receptivo	(08-10)	0	0 %
Preformal	(00-07)	0	0 %
TOTAL		33	100 %

Nota. Adaptado de la “Tabla N° 07: Desarrollo de competencias resuelve problemas sobre fenómenos de refracción de la luz después de la aplicación...” (Cámara et al., 2023, p. 51). Se han calculado los porcentajes.

Finalmente, el avance más pronunciado se observó en la competencia para **resolver problemas sobre tipos de lentes**. En la posprueba, la casi totalidad de los estudiantes alcanzó el nivel Autónomo, con una pequeña fracción logrando incluso el nivel Estratégico. La Tabla 16 presenta estos hallazgos.

Tabla 16

Resultados de la Posprueba por Dimensión: Resuelve Problemas sobre Tipos de Lentes

Nivel de Dominio	Escala Numérica	Frecuencia fi	Porcentaje %
Estratégico	(19-20)	2	6 %
Autónomo	(16-18)	31	94 %
Resolutivo	(11-15)	0	0 %
Receptivo	(08-10)	0	0 %
Preformal	(00-07)	0	0 %
TOTAL		33	100 %

Nota. Adaptado de la “Tabla N° 07: Desarrollo de competencias resuelve problemas sobre tipos de lentes después de la aplicación...” (Cámara et al., 2023, p. 52).

4.4 Discusión y conclusiones

La presentación objetiva de los hallazgos en el apartado anterior establece una base fáctica sólida; sin embargo, los datos por sí solos son silenciosos. Su verdadero significado emerge únicamente a través de la interpretación y el diálogo con el marco teórico que guio la investigación y con el cuerpo de conocimiento más amplio en el campo de la didáctica de las ciencias. Esta sección final se adentra en dicha labor hermenéutica, analizando el significado de los resultados del estudio de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a la luz de los objetivos y las hipótesis planteadas, y conectándolos con los principios del enfoque socioformativo desarrollados a lo largo de esta obra.

El propósito es trascender la descripción para construir una argumentación robusta que demuestre cómo la evidencia empírica de este caso particular no solo valida la eficacia de la metodología, sino que también enriquece y da cuerpo a la propuesta de una formación científica más integral, contextualizada y humanística. La literatura reciente corrobora de manera consistente que las estrategias didácticas activas, como el aprendizaje

basado en proyectos (ABP), son vehículos potentes para la promoción de aprendizajes significativos a través de la resolución de problemas auténticos (Zambrano et al., 2022).

Profundizando en el hallazgo más significativo, se observa que la intervención socioformativa catalizó un salto cualitativo notable en el nivel de dominio de las competencias de los estudiantes. El desplazamiento masivo del grupo desde una concentración en los niveles “Receptivo” y “Resolutivo” (sumando un 100% en la preprueba) hacia los niveles “Resolutivo” y “Autónomo” (sumando un 100% en la posprueba, con un 45% en este último) no es una mera mejora cuantitativa en las calificaciones. Representa una transformación fundamental en la manera en que los estudiantes se relacionan con el conocimiento y lo aplican. El nivel “Resolutivo” implica la capacidad de resolver problemas sencillos y bien definidos, una competencia que puede ser alcanzada mediante la enseñanza tradicional. Sin embargo, el nivel “Autónomo” denota la habilidad para argumentar, emplear fuentes diversas y aplicar criterio propio en la resolución de problemas con múltiples variables (Cámara et al., 2023, p. 49). Este avance es una manifestación directa de la eficacia de los proyectos socioformativos para cultivar el pensamiento crítico y la capacidad de transferir el conocimiento a situaciones nuevas y complejas, un hallazgo que resuena con las conclusiones de revisiones sistemáticas sobre el PjBL en física, que destacan su impacto en el compromiso y las habilidades científicas de orden superior (Al-Kamzari & Alias, 2025).

Esta validación empírica permite, en consecuencia, contrastar los resultados con las hipótesis formuladas al inicio de la investigación. La hipótesis general, que postulaba que la aplicación de proyectos socioformativos influiría significativamente en el desarrollo de competencias de luz y óptica, queda contundentemente confirmada por la evidencia. El cambio en la distribución de los niveles de dominio, observable en la Tabla 11, es una prueba irrefutable de dicho impacto. Del mismo modo, las hipótesis específicas (H_1 a H_4), que predecían una mejora en las competencias relativas a la naturaleza de la luz, la reflexión, la refracción y las lentes,

encuentran un respaldo sólido en los datos desagregados (Tablas 13 a 16). El progreso documentado en cada una de estas dimensiones disciplinares demuestra que la metodología no solo es efectiva de manera general, sino que penetra en el tejido conceptual y procedimental del currículo de óptica, fortaleciendo el dominio de los estudiantes en cada uno de sus nodos clave (Cámara et al., 2023). Este resultado es consistente con los hallazgos de meta-análisis a gran escala, que reportan tamaños de efecto significativos y positivos del ABP sobre los logros académicos en diversas disciplinas científicas (Zhang & Ma, 2023; Alonso et al., 2022).

Más allá de la confirmación de las hipótesis, es crucial interpretar estos resultados como una manifestación tangible de los principios teóricos y metodológicos expuestos en los capítulos precedentes. La mejora en las competencias científicas específicas, analizada en detalle en el apartado 3.1, se ve reflejada en el caso de la UNHEVAL a través de la capacidad de los estudiantes para resolver problemas de mayor complejidad tras la intervención. El diseño de los proyectos, al exigirles la construcción de artefactos o la solución de problemas contextualizados, les obligó a trascender la memorización de fórmulas para alcanzar una comprensión conceptual profunda. De igual manera, aunque no fueron el foco de la medición cuantitativa en este estudio particular, es ineludible concluir que el logro de estos resultados disciplinares fue mediado por el desarrollo de las competencias transversales discutidas en el apartado 3.2. La propia naturaleza de los proyectos, que implicaba trabajo en equipo, gestión de recursos, comunicación de resultados y resolución de conflictos, sirvió como un campo de entrenamiento para estas habilidades. Por lo tanto, el salto al nivel “Autónomo” no puede ser explicado únicamente por una mejor comprensión de la física, sino por una sinergia entre el dominio disciplinar y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, colaboración y comunicación, que son centrales en el modelo socioformativo (Zambrano et al., 2022).

En consonancia con esta perspectiva, los hallazgos de la UNHEVAL no deben ser vistos como un evento aislado, sino como un microcosmos que

refleja una tendencia más amplia, validada por la investigación educativa internacional. El meta-análisis de Zhang y Ma (2023), que sintetiza los resultados de 66 estudios, proporciona un marco robusto para contextualizar la magnitud del impacto observado. Al reportar tamaños de efecto consistentemente positivos del ABP en comparación con la enseñanza tradicional, este tipo de investigaciones a gran escala otorgan una validación externa a los resultados del presente estudio de caso. Demuestran que la efectividad de los enfoques centrados en el estudiante y en la resolución de problemas no es una anécdota, sino un patrón empírico recurrente. Además, la concepción del estudio en la UNHEVAL como una iniciativa de investigación-acción, orientada a la mejora de la práctica local, se alinea con la literatura que destaca la sinergia entre el ABP y la investigación-acción como un potente motor para la reflexión y la transformación docente (Botella & Ramos, 2019).

En síntesis, y retomando las conclusiones centrales de la investigación original, los resultados del estudio permiten establecer con un alto grado de certeza las siguientes aseveraciones:

- 1) **Efectividad Global de la Intervención:** Se constata que la implementación de la metodología de proyectos socioformativos mejora de manera significativa el nivel de desarrollo de las competencias generales en luz y óptica de los estudiantes universitarios. El paso de una mayoría de estudiantes en niveles de desempeño básicos (Receptivo/Resolutivo) a una mayoría en niveles avanzados (Resolutivo/Autónomo) valida la eficacia global del modelo.
- 2) **Impacto Específico en Competencias Disciplinarias:** La aplicación de la estrategia didáctica demostró ser efectiva para mejorar significativamente las competencias específicas en cada una de las áreas nodales de la óptica. Los estudiantes mostraron una mayor capacidad para resolver problemas relacionados con la naturaleza de la luz, la reflexión, la refracción y las lentes, confirmando así cada una de las hipótesis específicas del estudio.

3) **Validación del Modelo Socioformativo:** Los hallazgos del caso de la UNHEVAL proporcionan una validación empírica robusta para el modelo socioformativo en el contexto de la enseñanza de la física a nivel superior. Demuestran que el enfoque no solo es teóricamente coherente y metodológicamente estructurado —como se argumentó en los Capítulos 1 y 2—, sino que se traduce en resultados de aprendizaje medibles y significativos, tal como se analizó conceptualmente en el Capítulo 3 (Cámara et al., 2023).

En conclusión, el estudio de caso de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán cierra el ciclo argumentativo de esta obra, funcionando como el anclaje empírico que da solidez y credibilidad a toda la construcción teórica y metodológica precedente. Los datos presentados y discutidos en este capítulo demuestran de manera inequívoca que el enfoque socioformativo es una alternativa viable, rigurosa y eficaz a los modelos tradicionales de enseñanza de la física. La evidencia no solo confirma las hipótesis de la investigación, sino que también ilumina el *cómo* y el *porqué* de esta eficacia: al situar el aprendizaje en el corazón de problemas reales y significativos, al fomentar la colaboración y la autonomía, y al evaluar el desempeño de manera auténtica y formativa, se logra catalizar un desarrollo competencial que es a la vez profundo en lo disciplinar e integral en lo humano. Este caso, por tanto, no es solo el reporte de una experiencia exitosa, sino una invitación a la reflexión y a la acción, un testimonio de que es posible transformar la enseñanza de la ciencia.

REFLEXIONES FINALES

El recorrido a través de estas páginas ha buscado construir un argumento coherente y multifacético en favor de una transformación profunda en la enseñanza de la física a nivel superior. La crisis de pertinencia didáctica, expuesta como punto de partida, encuentra una respuesta articulada no en una simple técnica o herramienta, sino en un paradigma integral: la socioformación. La arquitectura metodológica detallada en el segundo capítulo, centrada en el proyecto como un ecosistema de aprendizaje complejo, demostró ser el vehículo idóneo para traducir los fundamentos teóricos del modelo en una praxis tangible.

La eficacia de esta propuesta se constató a través del análisis de su impacto en el tercer capítulo, que evidenció no solo un robusto desarrollo de las competencias científicas específicas, sino también el cultivo de habilidades transversales y una notable maduración en la subjetividad de los estudiantes. Finalmente, la validación empírica, anclada en el estudio de caso de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, ha cerrado el ciclo argumentativo, demostrando que la promesa teórica de la socioformación puede materializarse en resultados de aprendizaje significativos y medibles en un contexto universitario real. Esta obra, en su conjunto, ha buscado demostrar que es posible y necesario superar los modelos educativos que fragmentan el saber y lo despojan de su propósito, para avanzar hacia una formación que reintegre la ciencia en el tejido de la vida social y ética.

A partir de esta tesis validada, emergen una serie de implicaciones que trascienden los confines de este análisis metódico y se proyectan hacia la práctica docente, el diseño curricular y la política educativa. Para la **práctica docente**, la adopción del enfoque socioformativo exige una redefinición fundamental del rol del profesor. Ya no basta con ser un experto disciplinar; el educador debe convertirse en un arquitecto de experiencias, un mediador de procesos colaborativos, un curador de problemas contextuales y un guía ético.

Esto implica el desarrollo de nuevas competencias docentes, como las descritas por Liu y Sun (2021), que incluyen no solo el dominio de la materia, sino también la capacidad para diseñar evaluaciones auténticas y facilitar dinámicas de grupo complejas. La implementación exitosa de este modelo depende de un compromiso con la investigación-acción y la reflexión continua, donde el docente se asume como un aprendiz permanente, dispuesto a iterar y mejorar su práctica en un diálogo constante con sus estudiantes y el contexto (Botella & Ramos, 2019).

En el ámbito del **diseño curricular**, las implicaciones son igualmente profundas. El modelo socioformativo desafía la estructura tradicional de los planes de estudio, organizados en asignaturas estancas y secuenciales. Aboga, en cambio, por una mayor permeabilidad curricular, donde los proyectos formativos transversales actúen como ejes vertebradores que permitan a los estudiantes integrar conocimientos de diversas disciplinas para abordar problemas complejos.

Esto sugiere la necesidad de repensar la planificación académica, fomentando la colaboración interdepartamental y diseñando “espacios curriculares protegidos” para el desarrollo de estos proyectos. La evaluación ya no puede centrarse únicamente en la superación de asignaturas individuales, sino que debe incorporar la valoración holística de las competencias desarrolladas a lo largo de estos ejes transversales, en línea con los principios de la evaluación socioformativa que buscan una visión integral del desempeño (Martínez et al., 2019).

Elevando la perspectiva hacia la [política educativa y la gestión institucional](#), la generalización de este enfoque requiere un apoyo estructural decidido. Las universidades deben crear las condiciones habilitantes para que esta innovación florezca. Esto incluye, entre otros aspectos, la flexibilización de los sistemas de asignación de carga académica para reconocer el tiempo que los docentes dedican a la tutorización de proyectos; la inversión en laboratorios, talleres y “fábricas de aprendizaje” que permitan la experimentación y la prototipación (Raj et al., 2020); el establecimiento de alianzas estratégicas con actores sociales, empresariales y gubernamentales para identificar problemas del contexto y co-crear soluciones; y, fundamentalmente, la reforma de los sistemas de evaluación y acreditación para que valoren no solo los productos de investigación tradicionales, sino también el impacto social y formativo de estas iniciativas pedagógicas. Se trata de fomentar un ecosistema de innovación educativa que premie el riesgo, la colaboración y la pertinencia.

No obstante, este panorama optimista debe ser matizado con un ejercicio de honestidad intelectual, reconociendo las [limitaciones](#) del presente trabajo. En primer lugar, la validación empírica principal se ha centrado en un único estudio de caso en una universidad y una disciplina específicas. Si bien los hallazgos son robustos y consistentes con la literatura internacional (Zhang & Ma, 2023), la generalización de los resultados a otros contextos institucionales y a otras áreas del saber debe hacerse con cautela.

En segundo lugar, el diseño cuasiexperimental, aunque riguroso, no posee el mismo poder para inferir causalidad que un diseño experimental con aleatorización, una limitación inherente a gran parte de la investigación educativa en entornos reales. Finalmente, el análisis del impacto se ha basado en mediciones a corto plazo, dentro de un ciclo académico. Serían necesarios estudios longitudinales para determinar la persistencia a largo plazo de las competencias y las actitudes desarrolladas.

Estas limitaciones, lejos de invalidar los hallazgos, abren la puerta a una fértil [agenda de investigación futura](#). Se considera prioritario replicar y adaptar

esta experiencia en otras disciplinas de las ciencias exactas y la ingeniería para explorar las particularidades de la implementación del modelo en diferentes culturas disciplinares. Asimismo, resultan indispensables los estudios longitudinales que sigan a cohortes de egresados formados bajo este enfoque para evaluar su trayectoria profesional, su capacidad de adaptación y su contribución al desarrollo social.

Otra línea de investigación prometedora reside en el análisis comparativo de diferentes modalidades de proyectos socioformativos, explorando, por ejemplo, el impacto diferencial de los proyectos de investigación, de desarrollo tecnológico o de intervención social. Finalmente, la integración de las nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial y la realidad virtual, en el diseño de estos ecosistemas de aprendizaje, representa un campo de indagación con un potencial inmenso para personalizar y enriquecer aún más la experiencia formativa.

En última instancia, esta obra concluye con la convicción de que la educación científica está llamada a desempeñar un rol protagónico en la construcción de un futuro más sostenible y equitativo. La metodología y la evidencia aquí presentadas no constituyen una panacea, sino una propuesta robusta, una brújula que apunta hacia una formación más humana, más crítica y más conectada con los latidos del mundo. El enfoque socioformativo, con su énfasis en la resolución de problemas reales y el desarrollo de un proyecto ético de vida, ofrece un camino para que la enseñanza de la física —y de la ciencia en general— recupere su sentido más profundo: el de ser una herramienta para la emancipación intelectual y una fuerza para el bien común. La tarea que tenemos por delante, como educadores, investigadores y ciudadanos, es la de seguir explorando, refinando y diseminando estas prácticas, con la certeza de que en cada proyecto bien diseñado, en cada estudiante empoderado y en cada problema del contexto resuelto, yace la semilla de una nueva praxis educativa y, quizás, de una sociedad mejor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz, A. (2021). Apuntes sobre una posible agenda de investigación para la didáctica de la física en Latinoamérica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 38(1), 1–15. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9929828.pdf>
- Al-Kamzari, F., & Alias, N. (2025). A systematic literature review of project-based learning in secondary school physics: theoretical foundations, design principles, and implementation strategies. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1-18. <https://www.nature.com/articles/s41599-025-04579-4>
- Alonso, L., Sáiz, M., Marticorena, R., Escolar, M., & Rodríguez, S. (2022). Aprendizaje basado en proyectos en ciencias de la salud: un análisis de la efectividad en el proceso de aprendizaje. En *Acercamiento multidisciplinar para la investigación e intervención en contextos educativos* (pp. 75-86). <https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=5496573&publisher=FZ1825>
- Antonio, J., & Tobón, S. (2020). [Presentación del dossier]. Socioformación: una perspectiva latinoamericana para (re) pensar la educación y el desarrollo social sostenible. *Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(24), 9-11. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8274316.pdf>

- Arana, A., Romero, C., Pérez, S., & Marcilla, E. (2023). Emociones y adquisición de conocimiento sobre la luz y los colores mediante un aprendizaje basado en proyectos en educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(1), 79–100. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/14997>
- Botella, A., & Ramos, P. (2019). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica. *Perfiles educativos*, 41(163), 127–141. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982019000100127&script=sci_arttext
- Cámara, A., Rivera, E., & Rojas, A. (2023). *Desarrollando competencias de luz y óptica mediante proyectos socioformativos en estudiantes de la UNHEVAL de Huánuco, periodo* [Informe de investigación]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Campillo, D. (2024). La socioformación y su aplicación en la educación superior desde el enfoque de Sergio Tobón. En *Educación y pedagogía en México y América Latina: retos y desafíos* (pp. 279-298). http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/4836/educacion_pedagogia_mexico.pdf?sequence=1#page=280
- Capili, B., & Anastasi, J. (2024). An Introduction to Types of Quasi-Experimental Designs. *AJN The American Journal of Nursing*, 124(11), 50-52. https://journals.lww.com/ajnonline/fulltext/2024/11000/an_introduction_to_types_of_quasi_experimental.22.aspx?context=latestarticles
- Ceballos, J., & Tobón, S. (2020). Desarrollo de Proyectos de Investigación desde la Socioformación en estudiantes a Nivel Superior. *REVISTAS DE INVESTIGACIÓN*, 43(97). <http://historico.upel.edu.ve:81/revistas/index.php/revinvest/article/download/8467/5075>

- Fadilah, N., Nurlaela, A., & Romadhon, D. (2024). Optics Learning Transformation through Project-Based Learning: Enhancing Scientific Abilities and Affective Learning Outcomes in Students with the Pinhole Camera Project. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(3), 131–140. <https://ojs3.unismuh.ac.id/index.php/jpf/article/view/15358>
- García, V., Villaverde, V., Benito, V., & Muñoz, R. (2020). Aprendizaje basado en proyectos y estrategias de evaluación formativas: Percepción de los estudiantes universitarios. *Revista iberoamericana de evaluación educativa*, 13(1), 93–110. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7408493>
- Gopalan, M., Rosinger, K., & Ahn, J. B. (2020). Use of quasi-experimental research designs in education research: Growth, promise, and challenges. *Review of Research in Education*, 44(1), 218–243. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0091732X20903302>
- Guerra, Y., & Tobón, S. (2025). Development of transversal skills in higher education programs in conjunction with online learning: Relationship between learning strategies, teaching based on socioformative projects, and online activities. *Heliyon*, 11(2), e41099. [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)17130-7](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)17130-7)
- Guevara, V. (2024). Desafíos en la Enseñanza de la Física: Análisis a partir de una Revisión Bibliográfica. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(1), 8702–8715. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9426830>
- Liu, T., & Sun, H. (2021). Key Competencies of Physics Teachers. *Higher Education Studies*, 11(1), 28–33. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1288749>
- Lucero, G., Ramos, D., Lucero, D., & Ortiz, F. (2021). El desarrollo social sostenible, aplicado en la educación: modelo pedagógico desde la socioformación. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 5(12), 76–86.

<https://www.retosdelacienciaec.com/Revistas/index.php/retos/article/view/375>

- Martínez, J., Tobón, S., & López, E. (2019). Currículo: un análisis desde un enfoque socioformativo. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 10(18), 43–63. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-85502019000100043&script=sci_arttext
- Martínez, J., Tobón, S., & Soto-Curiel, J. (2021). Ejes claves del modelo educativo socioformativo para la formación universitaria en el marco de la transformación hacia el desarrollo social sostenible. *Formación universitaria*, 14(1), 53–66. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062021000100053&script=sci_arttext
- Mestanza, M., & Villanueva, M. (2025). Gestión de proyectos socioformativos en la práctica educativa de los docentes: Una revisión sistemática. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 9(36), 591–619. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2616-79642025000100591&script=sci_arttext
- Mirás, Y., & Cárdenas, T. (2019). La socioformación. Un enfoque integrador de las competencias en la Educación Superior. *Atenas*, 3(47), 90–104. <https://atenas.umcc.cu/index.php/atenas/article/view/331>
- Monge, T. (2025). Evaluación formativa para mejorar los aprendizajes: Revisión sistemática. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 9(36), 681–698. <https://revistahorizontes.org/index.php/revistahorizontes/article/view/1901>
- Monzón, M. (2024). Inteligencia Artificial en el aula: oportunidades y desafíos para la didáctica de la matemática y física universitaria. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 4(1), 193–207. <https://editic.net/journals/index.php/ripie/article/view/166>

- Morales, S., Hershberger, R., & Acosta, E. (2020). Evaluación por competencias:¿ cómo se hace?. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 63(3), 46-56. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0026-17422020000300046&script=sci_arttext
- Mosqueda, J., Tobón, S., Carbajal, M., & Cuevas, A. (2018). Evaluación socioformativa en procesos de formación en línea mediante proyectos formativos. *Educación*, 54(1), 147-163. <https://www.raco.cat/index.php/Educación/article/view/v54-n1-hernandez-tobon-ortega-ramirez>
- Núñez, J., Brito, L., Chasi, M., & Taco, J. (2025). Aprendizaje basado en proyectos en física y cálculo: un enfoque STEM para la resolución de problemas en ingeniería. *Revista Social Fronteriza*, 5(2), e684. <http://www.revistasocialfronteriza.com/ojs/index.php/rev/article/view/684>
- Raj, P., Venugopal, A., Thiede, B., Herrmann, C., & Sangwan, K. (2020). Development of the transversal competencies in learning factories. *Procedia Manufacturing*, 45, 349-354. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920310696>
- Tobón, S., & Luna, J. (2021). Complex thinking and sustainable social development: Validity and reliability of the COMPLEX - 21 scale. *Sustainability*, 13(12), 6591. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/12/6591>
- Urdanivia, D., Talavera, F., Rucano, F., Cayani, K., & Machaca, R. (2023, May). Science and inquiry-based teaching and learning: a systematic review. *Frontiers in Education*, 8, 1170487. <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2023.1170487/full>
- Zambrano, M., Hernández, A., & Mendoza, K. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. *Conrado*, 18(84),

172-182. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442022000100172&script=sci_arttext

Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1202728. <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2023.1202728/full?ref=top.tools>

Zhao, Y., & Wang, L. (2022). A case study of student development across project-based learning units in middle school chemistry. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1), 5. <https://link.springer.com/article/10.1186/s43031-021-00045-8>



EDITORIAL
NAVEGANTE