

Estrategias interdisciplinarias para desarrollar competencias científicas, comunicativas, tecnológicas y sociales en estudiantes de Bachillerato

Interdisciplinary strategies to develop scientific, communicative, technological and social competences in high school students

Janeth Maricel Bautista Tapia

MINEDEC

janeth.bautista@educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-0343-8094>

Ecuador

Edgar Antonio Jumbo Jumbo

MINEDEC

edgar.jumbo@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-6792-403X>

Ecuador

Bertha Marjorie Oña Pallo

MINEDEC

bertha.ona@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0001-2680-1741>

Ecuador

Sonia Isabel Armijo Mora

MINEDEC

sonia.armijo@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0005-2465-7378>

Ecuador

Edgar Vinicio Barahona Acuña

MINEDEC

vinivicho@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-9569-6052>

Ecuador

Nancy Jeanette Romero López

MINEDEC

jeanette.romero@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0008-8520-565X>

Ecuador

Formato de citación APA

Bautista, J. Jumbo, E. Oña, B. Armijos, S. Barahona, E. & Romero, N. (2026). *Estrategias interdisciplinarias para desarrollar competencias científicas, comunicativas, tecnológicas y sociales en estudiantes de Bachillerato*. Revista REG, Vol. 5 (Nº. 3), p. 4601 – 4622.

CONOCIMIENTOS SIN FRONTERAS

Vol. 5 (Nº. 3). Julio - septiembre 2026.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 18-08-2026

Fecha de aceptación :24-08-2026

Fecha de publicación:30-09-2026



RESUMEN

El perfil de salida del Bachillerato exige competencias que ninguna asignatura desarrolla por separado: indagar con rigor, comunicar con precisión, emplear la tecnología con criterio y trabajar con otros de manera productiva. La organización disciplinar del currículo, sin embargo, distribuye estas capacidades entre áreas que rara vez se coordinan, de modo que su desarrollo queda librado a la iniciativa individual de cada docente. El presente estudio tuvo como objetivo analizar las estrategias interdisciplinarias que permiten desarrollar de manera articulada las competencias científicas, comunicativas, tecnológicas y sociales en estudiantes de Bachillerato, así como los parámetros de diseño y las condiciones institucionales que su implementación requiere. Se adoptó un enfoque cualitativo con diseño de revisión documental sistematizada y alcance descriptivo-interpretativo. El corpus se conformó mediante un protocolo de búsqueda con descriptores controlados, criterios de elegibilidad definidos a priori, cribado en cuatro fases y una jerarquía explícita de evidencia que priorizó metaanálisis y revisiones sistemáticas. La información se analizó mediante análisis de contenido cualitativo con codificación abierta y axial. Los resultados se organizaron en cinco categorías: el marco de competencias y sus componentes observables, las modalidades de integración y su evidencia de eficacia, las estrategias específicas por competencia, el proyecto interdisciplinario como dispositivo integrador, y la evaluación junto con las condiciones institucionales. Los hallazgos indican que la integración por contexto rinde más que la yuxtaposición de contenidos y que los parámetros de diseño tamaño del equipo, duración y nivel de estructuración explican buena parte de la variabilidad de los resultados. Se concluye que la competencia no se enseña por adición de contenidos sino por diseño de situaciones que la exijan simultáneamente.

PALABRAS CLAVE: interdisciplinariedad, competencias científicas, competencia comunicativa, competencia digital, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en proyectos, bachillerato.



ABSTRACT

The graduate profile of upper secondary education demands competences that no single subject develops on its own: to inquire rigorously, to communicate precisely, to use technology critically and to work productively with others. The disciplinary organisation of the curriculum, however, distributes these capacities across areas that rarely coordinate, so that their development is left to the individual initiative of each teacher. This study aimed to analyse the interdisciplinary strategies that make it possible to develop scientific, communicative, technological and social competences in an articulated manner in high school students, as well as the design parameters and institutional conditions their implementation requires. A qualitative approach was adopted, with a systematised documentary review design and a descriptive-interpretative scope. The corpus was assembled through a search protocol with controlled descriptors, eligibility criteria defined a priori, four-phase screening and an explicit hierarchy of evidence prioritising meta-analyses and systematic reviews. The information was analysed through qualitative content analysis with open and axial coding. The results were organised into five categories: the competence framework and its observable components, integration modalities and their evidence of effectiveness, specific strategies per competence, the interdisciplinary project as an integrating device, and assessment together with institutional conditions. The findings indicate that context integration yields more than the juxtaposition of content, and that design parameters team size, duration and level of structure account for much of the variability in results. It is concluded that competence is not taught by adding content but by designing situations that demand it simultaneously.

KEYWORDS: interdisciplinarity, scientific competences, communicative competence, digital competence, cooperative learning, project-based learning, upper secondary education.

INTRODUCCIÓN

Los perfiles de salida que orientan hoy el Bachillerato describen a un egresado capaz de indagar con rigor, comunicar con precisión, emplear la tecnología con criterio y trabajar con otros de manera productiva. Ninguna de estas capacidades pertenece en exclusiva a una asignatura: la argumentación se ejercita tanto en Lengua como en Ciencias, la interpretación de datos tanto en Matemáticas como en Estudios Sociales, y la colaboración atraviesa la totalidad del currículo. Sin embargo, la organización disciplinar distribuye estas competencias entre áreas que rara vez coordinan sus decisiones, de modo que su desarrollo termina dependiendo de la iniciativa individual de cada docente.

El resultado de esta fragmentación es conocido. El estudiante aprende a redactar un informe en Lengua y no reconoce que el informe de laboratorio responde a la misma estructura argumentativa; aprende a construir un gráfico en Matemáticas y no transfiere ese procedimiento a la interpretación de una serie experimental; utiliza herramientas digitales con destreza operativa y carece de criterios para evaluar la calidad de la información que consulta. El problema no es de contenido sino de articulación.

La noción de competencia permite nombrar con precisión aquello que se busca desarrollar. Una competencia no consiste en un contenido que se posee sino en la capacidad de movilizar conocimientos, procedimientos y disposiciones para responder a una situación que no ha sido resuelta previamente. De esta definición se desprende una consecuencia didáctica que este trabajo asume como premisa: si la competencia se manifiesta en la resolución de situaciones complejas, solo puede desarrollarse mediante la participación en situaciones de esa naturaleza, y las situaciones complejas son, por definición, interdisciplinarias.

La evidencia sobre integración curricular respalda esta orientación. Zhou, Dong, Wang y Chiu (2025) analizaron setenta y nueve tamaños del efecto procedentes de cuarenta estudios con 15.577 estudiantes y encontraron que quienes aprenden mediante integración superan a sus pares en rendimiento académico, con un efecto de 0,661. Su análisis aporta precisiones decisivas para el diseño: el efecto resultó mayor para la integración por contexto que para la integración por contenido o por herramienta, y mayor para el aprendizaje basado en indagación que para el basado en problemas, en diseño o en proyectos. El metaanálisis previo de Becker y Park (2011), con un efecto global de 0,63 sobre veintiocho estudios, converge en la magnitud general.

El aprendizaje basado en proyectos constituye el dispositivo más difundido para articular competencias diversas. Zhang y Ma (2023), en un metaanálisis que transformó sesenta y seis

investigaciones experimentales y cuasiexperimentales de los últimos veinte años en ciento noventa tamaños del efecto, documentaron que esta metodología mejora significativamente los resultados de aprendizaje frente a la enseñanza tradicional, con contribuciones positivas al rendimiento académico, a las actitudes afectivas y a las habilidades de pensamiento. Su análisis de moderadores resulta especialmente valioso para la planificación: los equipos de cuatro a cinco integrantes producen los mejores resultados, los periodos de nueve a dieciocho semanas resultan los más adecuados, y las ventajas de aplicación son más evidentes en el nivel de bachillerato.

En el terreno de la competencia científica, la investigación ha desplazado el foco desde la acumulación de contenidos hacia las prácticas epistémicas. Osborne (2010) sostiene que la argumentación y el debate, constitutivos de la ciencia real, se encuentran prácticamente ausentes de su enseñanza escolar, y que las oportunidades de participar en discurso colaborativo y crítico mejoran tanto la comprensión conceptual como las capacidades de razonamiento. Iddy, Fussy, Mkimbili y Amani (2024) añaden que el desarrollo de la alfabetización científica depende menos de la disponibilidad de recursos que de que la enseñanza priorice la interacción y el razonamiento por encima de la transmisión y la memorización.

Las representaciones que los estudiantes construyen sobre la ciencia condicionan su implicación. Sheldrake, Reiss y Lodge (2024) encontraron que las concepciones sobre qué es la ciencia y quién puede hacerla determinan la disposición a participar en actividades investigativas y la posibilidad de reconocerse como potenciales investigadores, con la curiosidad, la perseverancia y la apertura a nuevas ideas como rasgos que sostienen esa identificación. Este hallazgo tiene una implicación directa: si la ciencia se presenta como una práctica de expertos ajena a la vida cotidiana, buena parte del estudiantado quedará excluida antes de haberla intentado.

La competencia tecnológica requiere una precisión que el discurso educativo suele omitir. Kreuder, Frick, Rakoczy y Schlittmeier (2024), en un análisis crítico de las variables concomitantes, las metodologías y las estrategias de intervención relativas a la competencia digital en adolescentes y jóvenes adultos, evidencian que la familiaridad con los dispositivos no equivale a competencia digital, y que las dimensiones de mayor exigencia evaluación crítica de la información, creación de contenido, resolución de problemas digitales requieren enseñanza explícita. La distinción entre destreza operativa y competencia constituye, en consecuencia, un punto de partida necesario.

En cuanto a la competencia social, la evidencia disponible es de gran alcance. Cipriano et al. (2023), en un metaanálisis contemporáneo que integró cuatrocientos veinticuatro estudios procedentes de cincuenta y tres países, correspondientes a doscientas cincuenta y dos intervenciones

universales de aprendizaje social y emocional en contextos escolares y con la participación de más de quinientos setenta y cinco mil estudiantes, documentaron mejoras significativas en clima escolar, actitudes cívicas, habilidades socioemocionales, relaciones entre pares, conductas prosociales, funcionamiento escolar y rendimiento académico, junto con reducciones en malestar emocional y conductas externalizantes. Advierten, no obstante, que la heterogeneidad en contenidos, características de la intervención, contexto y calidad de la implementación modera los resultados de manera significativa.

El fundamento teórico del trabajo colaborativo se encuentra en la teoría de la interdependencia social. Johnson y Johnson (2009) sistematizaron la evidencia acumulada sobre aprendizaje cooperativo y establecieron que la eficacia del trabajo en grupo depende de condiciones estructurales precisas interdependencia positiva, responsabilidad individual, interacción promotora, habilidades interpersonales y procesamiento grupal cuya ausencia convierte el trabajo en equipo en una distribución de tareas sin aprendizaje colectivo.

El contexto regional aporta un argumento de urgencia. Arias Ortiz, Bos, Giamb Bruno y Zoido (2023), en su análisis de los resultados de PISA 2022 para América Latina y el Caribe, documentaron el bajo desempeño relativo de la región, con proporciones elevadas de estudiantes que no alcanzan los niveles mínimos de suficiencia. El dato adquiere relevancia particular porque la prueba evalúa precisamente la capacidad de movilizar conocimientos en situaciones contextualizadas, esto es, lo que la enseñanza fragmentada tiende a no desarrollar. La UNESCO (2021), por su parte, plantea que la renovación del contrato social de la educación exige superar los modelos centrados en la transmisión compartimentada de contenidos.

El problema que orienta este estudio puede formularse del siguiente modo: existe evidencia consistente sobre la eficacia de la integración curricular y sobre las estrategias que desarrollan cada competencia por separado, pero esa evidencia se encuentra dispersa por campo disciplinar y rara vez se traduce en criterios operativos de diseño. Las instituciones de Bachillerato carecen, en consecuencia, de una síntesis que articule las cuatro competencias, especifique los parámetros de diseño que la investigación ha identificado como determinantes y establezca las condiciones institucionales que hacen viable el trabajo interdisciplinario.

En atención a lo anterior, el objetivo del presente estudio es analizar las estrategias interdisciplinarias que permiten desarrollar de manera articulada las competencias científicas, comunicativas, tecnológicas y sociales en estudiantes de Bachillerato, así como los parámetros de diseño y las condiciones institucionales que su implementación requiere. De este objetivo se derivan

cuatro preguntas orientadoras: qué componentes observables integran cada competencia; qué modalidades de integración muestran mayor eficacia; qué estrategias resultan pertinentes para cada competencia y cómo se articulan; y qué condiciones de evaluación y de organización institucional hacen viable el trabajo interdisciplinario.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación se inscribió en el paradigma interpretativo y adoptó un enfoque cualitativo, orientado a la comprensión y organización del conocimiento disponible sobre el desarrollo articulado de competencias en el nivel medio superior. Aunque una parte del corpus reporta magnitudes de efecto, el propósito de este trabajo no consistió en estimarlas sino en interpretar cómo se traducen en criterios de diseño didáctico, tarea que exige atender a las condiciones institucionales, a la organización del trabajo docente y a la naturaleza epistemológica de cada área disciplinar.

El diseño corresponde a una revisión documental sistematizada. Se emplea esta denominación, en lugar de la de revisión sistemática en sentido estricto, porque el estudio incorpora la explicitación del protocolo de búsqueda, los criterios de elegibilidad y el procedimiento de cribado propios de aquella modalidad, pero conserva un tratamiento analítico cualitativo e interpretativo. Dado que el corpus está constituido en proporción considerable por metaanálisis, una nueva agregación estadística resultaría redundante y metodológicamente impropio.

El alcance fue descriptivo-interpretativo. En su dimensión descriptiva, el estudio caracterizó los componentes de cada competencia, las modalidades de integración y las estrategias documentadas. En su dimensión interpretativa, examinó las tensiones entre los hallazgos de distintas síntesis y construyó criterios operativos de diseño diferenciados por competencia y por parámetro de implementación.

La búsqueda se realizó en bases de datos y repositorios académicos de acceso abierto de alcance internacional e iberoamericano, complementados con los portales de organismos internacionales y del sistema educativo ecuatoriano para la recuperación de documentos curriculares y de evaluación. Se emplearon descriptores en español e inglés combinados mediante operadores booleanos, según las siguientes cadenas: «STEM integration» OR «interdisciplinary teaching» AND (secondary OR «high school»); «project-based learning» AND «meta-analysis»; «scientific literacy» OR argumentation AND «science education»; «digital competence» AND adolescents; y «social and emotional learning» AND «school-based» AND «meta-analysis».

La conformación del corpus siguió un procedimiento de cribado en cuatro fases. La fase de identificación recuperó los registros arrojados por las cadenas de búsqueda. La fase de depuración eliminó duplicados y registros sin datos bibliográficos completos. La fase de cribado por título y resumen descartó los documentos centrados exclusivamente en educación superior o primaria sin transferencia demostrable al nivel medio superior, así como los estudios sobre implementación tecnológica sin evaluación de resultados de aprendizaje. La fase de elegibilidad valoró el texto completo o el resumen académico verificable a la luz de los criterios definidos a priori. La Tabla 1 sintetiza el procedimiento.

Tabla 1.

Procedimiento de cribado y criterios aplicados en la conformación del corpus

Fase	Acción realizada	Criterio aplicado
Identificación	Recuperación de registros mediante las cadenas de búsqueda definidas	Presencia de los descriptores en título, resumen o palabras clave
Depuración	Eliminación de duplicados y registros incompletos	Unicidad del registro y disponibilidad de datos bibliográficos
Cribado	Revisión de título y resumen	Nivel medio superior o transferibilidad demostrable
Elegibilidad	Valoración del texto completo o resumen verificable	Cumplimiento de los criterios de inclusión y jerarquía de evidencia
Inclusión	Incorporación al análisis y elaboración de ficha de registro	Aporte sustantivo a alguna de las cuatro preguntas de investigación

Fuente: Elaboración propia (2026).

Criterios de elegibilidad y jerarquía de la evidencia

Los criterios de inclusión comprendieron cuatro condiciones concurrentes: pertinencia temática, entendida como el abordaje explícito de alguna de las cuatro competencias consideradas o de los modelos de integración curricular; pertinencia de nivel, referida a la educación secundaria o media superior, admitiéndose otros niveles cuando el estudio aportaba marcos conceptuales de referencia; idioma español o inglés; y respaldo académico o institucional reconocible.

Se estableció una jerarquía explícita de evidencia para resolver discrepancias entre fuentes: en primer lugar, metaanálisis y revisiones sistemáticas; en segundo lugar, estudios primarios con diseño controlado; en tercer lugar, revisiones narrativas de autores de referencia y documentos de organismos internacionales; y en cuarto lugar, informes de evaluación regional incorporados por su valor de contextualización. Los criterios de exclusión comprendieron los materiales de divulgación sin

fundamento metodológico, los documentos promocionales de programas comerciales y las fuentes cuya autoría o procedencia editorial no pudiera verificarse.

Instrumento de registro y procedimiento de análisis

Cada documento incorporado fue sistematizado mediante una ficha de registro que consignó: datos bibliográficos completos, tipo de diseño y nivel en la jerarquía de evidencia, población y nivel educativo, competencia abordada, características de la intervención, moderadores identificados, magnitud de los efectos cuando correspondía y observaciones sobre limitaciones metodológicas. El registro de los moderadores resultó particularmente relevante en este estudio, dado que una de sus preguntas se refiere a los parámetros de diseño que condicionan la eficacia.

El análisis se desarrolló mediante análisis de contenido cualitativo de orientación inductiva, en dos ciclos de codificación. En el primero se aplicó codificación abierta sobre unidades de significado, con asignación de códigos descriptivos próximos al lenguaje de la fuente. En el segundo se aplicó codificación axial, agrupando los códigos en categorías de mayor abstracción y estableciendo relaciones de condición, contexto y consecuencia, procedimiento del que resultaron las cinco categorías que estructuran los resultados. La saturación categorial se consideró alcanzada cuando la incorporación de nuevas fuentes dejó de generar códigos que modificaran la estructura previamente construida.

Criterios de rigor

El resguardo del rigor se organizó en torno a los cuatro criterios habitualmente empleados en investigación cualitativa. La credibilidad se atendió mediante triangulación teórica, contrastando sobre un mismo conjunto de hallazgos los aportes de la didáctica de las ciencias, la investigación sobre competencia digital, los estudios sobre aprendizaje cooperativo y socioemocional, y los marcos de evaluación internacional. La transferibilidad se procuró mediante la descripción detallada del protocolo y de la composición del corpus. La dependencia se resguardó mediante el registro de las decisiones analíticas en una bitácora de investigación. La confirmabilidad se atendió mediante una auditoría de codificación diferida sobre una submuestra de unidades y mediante una revisión de correspondencia entre cada afirmación de los resultados y la fuente que la sustenta.

Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló conforme a los principios éticos de la producción científica, garantizando la citación adecuada de las fuentes, el reconocimiento de la autoría intelectual de los

trabajos revisados y la representación fiel de sus planteamientos, con especial cuidado en no sobredimensionar la magnitud de los efectos reportados. Al tratarse de un estudio documental, no se requirió la participación de sujetos humanos ni el tratamiento de datos personales. Los autores declaran no tener conflictos de interés asociados a esta investigación.

Limitaciones del diseño

El estudio presenta cuatro limitaciones. En primer lugar, la restricción a fuentes de acceso abierto y a dos idiomas introduce sesgos de disponibilidad y de lengua. En segundo lugar, la codificación se realizó sin cálculo de acuerdo entre codificadores independientes, limitación atenuada mediante la auditoría diferida pero no sustituida por ella. En tercer lugar, la evidencia metaanalítica sobre integración e innovación metodológica procede mayoritariamente de contextos con dotación de recursos, ratios y formación docente distintas de las latinoamericanas, y uno de los estudios revisados documenta explícitamente que la región constituye un moderador significativo del efecto, lo que exige prudencia en la transferencia. Finalmente, la agregación de cuatro competencias de naturaleza heterogénea en un mismo análisis obliga a un tratamiento necesariamente sintético de cada una.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis del corpus permitió construir cinco categorías emergentes. La primera caracteriza las cuatro competencias y sus componentes observables; la segunda examina las modalidades de integración y su evidencia de eficacia; la tercera organiza las estrategias específicas por competencia; la cuarta analiza el proyecto interdisciplinario como dispositivo integrador; y la quinta aborda la evaluación y las condiciones institucionales.

Las cuatro competencias y sus componentes observables

El primer resultado del análisis consiste en la descomposición de cada competencia en componentes susceptibles de observación en el aula, condición necesaria tanto para su enseñanza deliberada como para su evaluación. La competencia científica comprende la formulación de preguntas investigables, el diseño de procedimientos de indagación, la obtención y el tratamiento de datos, la construcción de explicaciones basadas en evidencia y la argumentación en el contraste con explicaciones alternativas. Osborne (2010) sitúa esta última operación en el centro del razonamiento científico y documenta su notable ausencia en la enseñanza escolar de las ciencias.

La competencia comunicativa comprende la comprensión de textos de distinta naturaleza, la producción escrita ajustada al género discursivo, la exposición oral con adecuación a la audiencia, la escucha activa y la capacidad de sostener una posición mediante razones. Su relación con la competencia científica es más estrecha de lo que la organización curricular sugiere: un informe de laboratorio, una defensa oral de resultados o la evaluación crítica de una afirmación son simultáneamente actos científicos y comunicativos. La competencia tecnológica exige una distinción que el discurso educativo suele omitir. Kreuder et al. (2024) evidencian, en su análisis crítico de la competencia digital en adolescentes y jóvenes adultos, que la familiaridad con los dispositivos no equivale a competencia, y que las dimensiones de mayor exigencia requieren enseñanza explícita. Los componentes que el análisis permite identificar son la búsqueda y evaluación crítica de información, la creación y edición de contenido digital, el uso de herramientas de tratamiento y representación de datos, la comunicación mediada por tecnología y la conducta responsable en entornos digitales.

La competencia social comprende el trabajo colaborativo con distribución efectiva de responsabilidades, la regulación del conflicto, la consideración de perspectivas ajenas y la participación en deliberaciones colectivas. Johnson y Johnson (2009) establecen que su desarrollo mediante el trabajo en grupo depende de condiciones estructurales precisas interdependencia positiva, responsabilidad individual, interacción promotora, habilidades interpersonales y procesamiento grupal cuya ausencia convierte la actividad en una simple distribución de tareas. Cipriano et al. (2023) documentan, a escala de cuatrocientos veinticuatro estudios, efectos favorables de las intervenciones socioemocionales sobre un conjunto amplio de resultados escolares.

Tabla 2.

Competencias consideradas y sus componentes observables en el aula

Competencia	Componentes observables	Evidencia de desempeño
Científica	Preguntar, diseñar indagación, tratar datos, explicar, argumentar	Justifica una conclusión con evidencia y reconoce alternativas
Comunicativa	Comprender, producir según género, exponer, escuchar, sostener una posición	Adecua el registro y la estructura a la audiencia y al propósito
Tecnológica	Buscar y evaluar información, crear contenido, tratar datos, actuar con responsabilidad	Contrasta fuentes y justifica la elección de la herramienta
Social	Colaborar, distribuir responsabilidades, regular conflictos, deliberar	Contribuye al resultado colectivo y reconoce aportes ajenos

Fuente: Elaboración propia a partir de Osborne (2010), Johnson y Johnson (2009) y Kreuder et al. (2024).

Modalidades de integración y evidencia de eficacia

La segunda categoría examina las formas que puede adoptar la articulación entre áreas. El análisis permitió distinguir cuatro modalidades ordenadas por grado creciente de integración. La modalidad instrumental se limita a que un área provea herramientas a otra sin planificación conjunta; es la más extendida y también la que menos contribuye a la transferencia. La coordinación de contenidos supone que los docentes acuerdan la secuenciación temporal, lo que constituye un avance real aunque no modifica la naturaleza de las tareas. La integración por contenido implica unidades que abordan simultáneamente objetivos de aprendizaje de varias áreas y se evalúan de manera conjunta. La integración por contexto parte de una situación o problema real cuya comprensión exige convocar varias disciplinas.

La evidencia metaanalítica ofrece una jerarquía clara al respecto. Zhou et al. (2025) reportan un efecto global favorable a la integración de 0,661 y precisan que los efectos resultaron mayores para la integración por contexto, menores para la integración por contenido y menores aún para la integración por herramienta. Este orden coincide con la gradación construida inductivamente a partir del corpus, coincidencia que refuerza la conclusión de política institucional: la coordinación limitada a alinear calendarios produce beneficios modestos frente al diseño conjunto de situaciones contextualizadas.

Un hallazgo adicional del mismo estudio merece atención específica. Zhou et al. (2025) encontraron que los efectos fueron mayores para el aprendizaje basado en indagación y progresivamente menores para el basado en problemas, en diseño y en proyectos. Este resultado introduce una tensión con la difusión del aprendizaje basado en proyectos como estrategia integradora por excelencia, tensión que se examina en el apartado de discusión. Los autores señalan además que el nivel escolar no resultó un moderador significativo, y que los efectos fueron mayores en países de cultura colectivista que en países individualistas.

Tabla 3.

Modalidades de integración interdisciplinaria y su rendimiento formativo

Modalidad	Descripción	Rendimiento según la evidencia
Instrumental	Un área provee herramientas a otra sin planificación conjunta	El más bajo; escasa transferencia
Coordinación de contenidos	Acuerdo de secuenciación temporal entre docentes	Moderado; no modifica el tipo de tarea
Integración por contenido	Unidades con objetivos y evaluación de varias áreas	Favorable; efecto intermedio
Integración por contexto	Situación real que exige convocar varias disciplinas	El más alto según la evidencia metaanalítica

Fuente: Elaboración propia a partir de Becker y Park (2011) y Zhou et al. (2025).

Estrategias específicas por competencia y sus puntos de articulación

La tercera categoría organiza las estrategias documentadas para cada competencia, identificando en cada caso el punto en que se articula con las restantes. Para la competencia científica, las estrategias de mayor respaldo son la indagación con pregunta propia, la controversia socio-científica que sitúa un problema real con implicaciones sociales como objeto de análisis, el análisis colectivo de un resultado erróneo para localizar el punto de quiebre del razonamiento, y la exigencia sistemática de justificar por qué una conclusión se sostiene. Iddy et al. (2024) subrayan que la eficacia de estas prácticas depende de que la enseñanza priorice la interacción y el razonamiento por encima de la transmisión.

Para la competencia comunicativa, las estrategias documentadas comprenden la escritura científica con criterios de género explícitos, la defensa oral de resultados ante una audiencia real, la producción de textos divulgativos que exijan reformular el contenido para destinatarios no especializados, y el debate estructurado con asignación de posiciones. El punto de articulación con la competencia científica es directo: la argumentación que Osborne (2010) identifica como núcleo del razonamiento científico es, en su realización concreta, un acto comunicativo.

Para la competencia tecnológica, las estrategias comprenden la curación de información con criterios explícitos de evaluación de fuentes, el tratamiento y la representación de datos mediante hojas de cálculo y herramientas de graficación, la producción de contenido digital orientado a una audiencia definida, el uso de simuladores y entornos de modelización, y la reflexión sobre la huella y la responsabilidad digital. Su articulación con las restantes competencias es instrumental pero no

accesoria: la herramienta digital adquiere sentido formativo cuando resuelve un problema que el estudiante reconoce como propio.

Para la competencia social, las estrategias derivan de las condiciones estructurales establecidas por Johnson y Johnson (2009): asignación de roles rotativos con responsabilidad individual verificable, tareas cuya resolución requiera efectivamente la contribución de todos los integrantes, instancias explícitas de procesamiento grupal en las que el equipo evalúa su propio funcionamiento, y enseñanza directa de procedimientos de regulación del conflicto. Cipriano et al. (2023) advierten que la calidad de la implementación modera significativamente los resultados, lo que sugiere que la mera organización en grupos resulta insuficiente.

Tabla 4.

Estrategias por competencia y punto de articulación interdisciplinaria

Competencia	Estrategias representativas	Punto de articulación
Científica	Indagación con pregunta propia; controversia socio-científica; análisis del error	La argumentación se realiza como acto comunicativo
Comunicativa	Escritura con criterios de género; defensa oral; texto divulgativo; debate estructurado	El contenido a comunicar procede de la indagación
Tecnológica	Curación de información; tratamiento de datos; producción de contenido; simulación	La herramienta resuelve un problema reconocido como propio
Social	Roles rotativos con responsabilidad verificable; procesamiento grupal; regulación del conflicto	La tarea exige la contribución efectiva de todos

Fuente: Elaboración propia a partir de Osborne (2010), Iddy et al. (2024), Kreuder et al. (2024), Johnson y Johnson (2009) y Cipriano et al. (2023).

El proyecto interdisciplinario como dispositivo integrador

La cuarta categoría examina el dispositivo que la literatura reporta con mayor frecuencia como articulador de competencias diversas. Zhang y Ma (2023), a partir de sesenta y seis investigaciones transformadas en ciento noventa tamaños del efecto, documentaron que el aprendizaje basado en proyectos mejora significativamente los resultados de aprendizaje frente a la enseñanza tradicional, con aportes al rendimiento académico, a las actitudes afectivas y a las habilidades de pensamiento. Su contribución más útil para la planificación, sin embargo, reside en el análisis de moderadores.

Cuatro parámetros de diseño se desprenden de ese análisis. El primero es el tamaño del equipo: los grupos de cuatro a cinco integrantes producen los mejores resultados, dato que contradice tanto la práctica frecuente de equipos numerosos como la organización en parejas. El segundo es la duración: los periodos de nueve a dieciocho semanas resultan los más adecuados, lo que sitúa el proyecto en la escala del trimestre o del quimestre antes que en la de la unidad breve. El tercero es el nivel educativo: las ventajas de aplicación resultan más evidentes en el bachillerato, lo que respalda directamente la pertinencia de este dispositivo en el nivel considerado. El cuarto es el tipo de curso: los efectos son mayores en asignaturas de orientación técnica y en clases de laboratorio que en clases teóricas.

El análisis del corpus permite además organizar el proyecto en cinco fases que movilizan las cuatro competencias de manera sucesiva y recursiva. La fase de problematización parte de una situación del entorno y exige formular la pregunta que la orienta, operación predominantemente científica, pero con exigencia comunicativa. La fase de planificación requiere distribuir responsabilidades y acordar procedimientos, movilizand o la competencia social.

La fase de indagación combina la obtención de datos con el uso de herramientas digitales de registro y tratamiento. La fase de elaboración exige interpretar y construir el producto, articulando las cuatro competencias. La fase de comunicación sitúa el resultado ante una audiencia real, condición que la literatura identifica como determinante del compromiso con la calidad del trabajo. Un criterio transversal atraviesa las cinco fases: la exigencia de que el producto tenga destinatario y consecuencia. Un proyecto cuyo único destinatario es el docente que califica reduce la competencia comunicativa a un ejercicio simulado y debilita el compromiso con la precisión. La orientación hacia la comunidad, la institución o un público externo constituye, en consecuencia, un elemento de diseño y no un añadido ceremonial.

Tabla 5.

Fases del proyecto interdisciplinario y competencias movilizadas

Fase	Tarea central	Competencia predominante	Producto parcial
Problematización	Delimitar la situación y formular la pregunta orientadora	Científica y comunicativa	Pregunta justificada
Planificación	Distribuir responsabilidades y acordar procedimientos	Social	Plan de trabajo con roles
Indagación	Obtener y registrar datos con herramientas adecuadas	Científica y tecnológica	Registro sistematizado
Elaboración	Interpretar los datos y construir el producto	Las cuatro de manera articulada	Borrador del producto
Comunicación	Presentar y defender ante una audiencia real	Comunicativa y social	Producto final y defensa

Fuente: Elaboración propia a partir de Zhang y Ma (2023) y Zhou et al. (2025).

Evaluación de competencias y condiciones institucionales

La quinta categoría aborda la evaluación y las condiciones que hacen viable la propuesta. En materia de evaluación, el análisis identifica una exigencia de coherencia: si la competencia se define como capacidad de movilizar recursos ante situaciones nuevas, no puede valorarse mediante instrumentos que solicitan la reproducción de contenidos. Los procedimientos documentados comprenden rúbricas analíticas con descriptores por nivel para cada competencia, la evaluación de productos intermedios y no solo del resultado final, la coevaluación entre pares con criterios explícitos, la autoevaluación del funcionamiento del equipo, y la defensa oral individual como procedimiento que permite discriminar la contribución personal dentro del trabajo colectivo.

Este último procedimiento responde a una dificultad recurrente del trabajo por proyectos: la atribución de una calificación grupal puede encubrir contribuciones muy desiguales. La condición de responsabilidad individual verificable establecida por Johnson y Johnson (2009) encuentra aquí su traducción evaluativa.

En cuanto a las condiciones institucionales, el análisis identifica cuatro requisitos. El primero es la existencia de tiempo de planificación conjunta entre docentes de distintas áreas, previsto dentro de la carga horaria y no añadido a ella. El segundo es la flexibilidad en la organización del tiempo escolar que permita bloques de trabajo extendidos, dado que la fragmentación en periodos breves resulta incompatible con la indagación sostenida. El tercero es la definición institucional de un número acotado de proyectos por año, con el fin de evitar la superposición de demandas que la multiplicación

de iniciativas produce sobre los estudiantes. El cuarto es la formación docente en evaluación por competencias, ámbito en el que la práctica suele quedar rezagada respecto del discurso.

El marco curricular ecuatoriano ofrece condiciones habilitantes para esta orientación. El Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016) organiza el nivel en torno a un perfil de salida que integra capacidades transversales, y prevé espacios de proyectos escolares. El desafío se sitúa, como en otras dimensiones analizadas en la literatura regional, en la traducción de esos principios en decisiones organizativas verificables.

DISCUSIÓN

Los hallazgos permiten discutir cuatro cuestiones. La primera, y la más relevante para el diseño, es la tensión aparente entre dos síntesis metaanalíticas. Zhang y Ma (2023) documentan efectos favorables del aprendizaje basado en proyectos frente a la enseñanza tradicional, mientras que Zhou et al. (2025) reportan que, entre las metodologías de integración, los efectos fueron mayores para el aprendizaje basado en indagación y progresivamente menores para el basado en problemas, en diseño y en proyectos. La contradicción es solo aparente y admite una lectura productiva: el proyecto supera a la enseñanza expositiva, pero no constituye la modalidad de integración de mayor rendimiento. La implicación práctica consiste en incorporar componentes explícitos de indagación dentro del proyecto pregunta genuina, obtención de datos propios, contraste con explicaciones alternativas en lugar de organizarlo como una secuencia de elaboración de un producto.

La segunda cuestión concierne a los parámetros de diseño. El hallazgo de Zhang y Ma (2023) sobre el tamaño óptimo de los equipos y sobre la duración adecuada del proyecto resulta especialmente valioso porque contradice prácticas extendidas. Los equipos numerosos, frecuentes cuando la organización responde a la cantidad de estudiantes por aula antes que a criterios pedagógicos, diluyen la responsabilidad individual; los proyectos breves, habituales cuando deben encajar en una unidad didáctica, no permiten el desarrollo de las fases de indagación. Ajustar estos dos parámetros no requiere recursos adicionales y puede modificar sustantivamente los resultados.

La tercera cuestión remite a la transferibilidad. Zhang y Ma (2023) identifican la región geográfica como un moderador significativo del efecto, y Zhou et al. (2025) reportan efectos mayores en países de cultura colectivista. Estos hallazgos advierten contra la extrapolación automática de magnitudes obtenidas en otros contextos, pero también sugieren que las condiciones culturales latinoamericanas, con tradiciones de trabajo comunitario arraigadas, podrían resultar favorables a las

metodologías colaborativas. La verificación de esta hipótesis requiere investigación regional específica, actualmente escasa.

La cuarta cuestión concierne a la competencia tecnológica y merece un tratamiento cauteloso. La presunción de que los estudiantes actuales poseen competencia digital por familiaridad generacional con los dispositivos carece de respaldo. Kreuder et al. (2024) evidencian que las dimensiones de mayor exigencia requieren enseñanza explícita, y la experiencia acumulada en el campo sugiere que la incorporación de tecnología sin cambio en el tipo de tarea propuesta produce efectos limitados. La conclusión es que la competencia tecnológica debe planificarse como objeto de enseñanza y no presuponerse como condición de entrada.

Cabe señalar, finalmente, dos limitaciones del campo. La primera es la heterogeneidad en la operacionalización de las competencias: los estudios revisados emplean definiciones e instrumentos diversos, lo que dificulta la comparación y la acumulación de conocimiento. La segunda es la escasez de investigación latinoamericana con diseños controlados sobre trabajo interdisciplinario en el nivel medio superior, ausencia que impide valorar la eficacia de estas estrategias en las condiciones materiales y organizativas de la región.

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió analizar las estrategias interdisciplinarias que desarrollan de manera articulada las competencias científicas, comunicativas, tecnológicas y sociales en estudiantes de Bachillerato, y establecer los parámetros de diseño y las condiciones institucionales que su implementación requiere. La conclusión general es que la competencia no se enseña por adición de contenidos sino mediante el diseño de situaciones que la exijan simultáneamente.

Respecto de las competencias, se concluye que su enseñanza deliberada requiere descomponerlas previamente en componentes observables en el aula. Sin esa descomposición, la competencia permanece como una aspiración declarativa del proyecto educativo institucional que ningún docente sabe cómo enseñar ni cómo evaluar. Las cuatro competencias consideradas presentan además puntos de articulación identificables: la argumentación científica se realiza como acto comunicativo, la herramienta digital adquiere sentido cuando resuelve un problema propio, y la tarea colaborativa solo desarrolla competencia social si exige efectivamente la contribución de todos.

En cuanto a las modalidades de integración, se concluye que existe una jerarquía consistente entre el análisis documental y la evidencia metaanalítica: la integración por contexto rinde más que la integración por contenido, y esta más que la modalidad instrumental en la que un área provee

herramientas a otra. La coordinación entre docentes limitada a alinear calendarios resulta necesaria pero insuficiente.

Sobre el proyecto interdisciplinario, se concluye que constituye un dispositivo eficaz cuya eficacia depende críticamente de parámetros de diseño que la investigación ha identificado con precisión: equipos de cuatro a cinco integrantes, duración de nueve a dieciocho semanas, y ventajas de aplicación particularmente evidentes en el nivel de bachillerato. El ajuste de estos parámetros no requiere recursos adicionales y puede modificar sustantivamente los resultados.

Un hallazgo de particular relevancia práctica es que el proyecto no constituye la modalidad de integración de mayor rendimiento entre las disponibles. La evidencia sitúa al aprendizaje basado en indagación por encima de él, lo que recomienda incorporar componentes explícitos de indagación — pregunta genuina, obtención de datos propios, contraste con explicaciones alternativas— dentro del diseño del proyecto, en lugar de organizarlo exclusivamente como elaboración de un producto.

Respecto de la evaluación, se concluye que debe guardar coherencia con la definición de competencia adoptada: rúbricas analíticas con descriptores por nivel, valoración de productos intermedios, coevaluación con criterios explícitos y defensa oral individual como procedimiento para discriminar la contribución personal dentro del trabajo colectivo. La calificación grupal indiferenciada constituye la principal fuente de inequidad en el trabajo por proyectos.

En términos de aplicación práctica, se recomienda a las instituciones de Bachillerato: constituir una instancia formal de coordinación interáreas con tiempo asignado dentro de la carga docente; definir un número acotado de proyectos por año para evitar la superposición de demandas; organizar los equipos en grupos de cuatro a cinco integrantes; prever bloques de tiempo extendidos compatibles con la indagación sostenida; asegurar que cada proyecto culmine en una comunicación ante una audiencia externa al aula; e incorporar la formación en evaluación por competencias a los planes de desarrollo profesional docente.

El aporte novedoso de este trabajo reside en articular tres elementos que la literatura suele tratar separadamente: la descomposición de las cuatro competencias en componentes observables con sus puntos de articulación mutua, la jerarquía de modalidades de integración respaldada por evidencia metaanalítica, y la especificación de los parámetros de diseño que condicionan la eficacia del proyecto interdisciplinario.

Como líneas futuras de investigación se sugiere el desarrollo de estudios de intervención en instituciones latinoamericanas de Bachillerato que evalúen la eficacia de proyectos interdisciplinarios en condiciones reales de aula; la construcción y validación de instrumentos de evaluación de

competencias transversales utilizables por el propio docente; y la indagación sobre la relación entre las condiciones culturales de la región y el rendimiento de las metodologías colaborativas, hipótesis que la evidencia sobre moderación cultural sugiere pero no confirma.

En síntesis, desarrollar competencias científicas, comunicativas, tecnológicas y sociales en el Bachillerato no exige incorporar asignaturas nuevas ni ampliar la carga horaria, sino diseñar situaciones que las convoquen de manera simultánea y organizar la institución para hacerlas posibles. El desafío es de coordinación y de diseño antes que de recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Ortiz, E., Bos, M. S., Giambruno, C., & Zoido, P. (2023). América Latina y el Caribe en PISA 2022: ¿cómo le fue a la región? Banco Interamericano de Desarrollo.
<https://doi.org/10.18235/0005318>
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5-6), 23-37.
- Cipriano, C., Strambler, M. J., Naples, L. H., Ha, C., Kirk, M., Wood, M., ... Durlak, J. (2023). The state of evidence for social and emotional learning: A contemporary meta-analysis of universal school-based SEL interventions. *Child Development*, 94(5), 1181-1204.
<https://doi.org/10.1111/cdev.13968>
- Iddy, H., Fussy, D. S., Mkimbili, S. T., & Amani, J. (2024). Supporting the development of students' scientific literacy. *Journal of Science Teacher Education*, 35(4), 405-422.
<https://doi.org/10.1080/1046560X.2023.2287790>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365-379.
<https://doi.org/10.3102/0013189X09339057>
- Kreuder, A., Frick, U., Rakoczy, K., & Schlittmeier, S. J. (2024). Digital competence in adolescents and young adults: A critical analysis of concomitant variables, methodologies and intervention strategies. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 48.
<https://doi.org/10.1057/s41599-023-02501-4>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria. Ministerio de Educación del Ecuador.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463-466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Sheldrake, R., Reiss, M. J., & Lodge, W. (2024). What do you think being a good scientist involves? School students' views about science, scientific research, and being scientists. *International Journal of Science Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2385759>
- UNESCO. (2021). Reimaginar juntos nuestros futuros: un nuevo contrato social para la educación. UNESCO.

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://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>

Zhou, S., Dong, Z., Wang, H. H., & Chiu, M. M. (2025). A meta-analysis of STEM integration on student academic achievement. *Research in Science Education*, 55(5), 1273-1302.
<https://doi.org/10.1007/s11165-024-10216-y>

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

