



# Tocar para Conectar: Innovación Musical con Makey Makey y su Impacto en el Aprendizaje en el Aula de Secundaria<sup>1</sup>

## Touch to Connect: Musical Innovation with Makey Makey and Its Impact on Learning in Secondary Education

FRANCISCO VENIEL-MARTÍ<sup>2</sup>

*Florida Universitària, España*

*fveniel@florida-uni.es*

*<https://orcid.org/0000-0002-1481-4326>*

ANDREA FERNÁNDEZ-BARROS

*Universitat de Lleida*

*andrea.fernandez@udl.cat*

*<https://orcid.org/0000-0001-5818-439X>*

SERGIO BONO-FÉLIX

*Florida Universitària*

*bono.sergio84@gmail.com*

### Resumen:

Este artículo presenta *Tocar para conectar*, una experiencia interdisciplinar desarrollada en 1.º de ESO ( $N = 17$ ) que integra educación musical e informática mediante el diseño y construcción de instrumentos digitales con Makey Makey y su aplicación en la interpretación colectiva de una obra musical. El objetivo del estudio es analizar el impacto de esta propuesta en el aprendizaje musical y en el desarrollo competencial del alumnado. La investigación se articula como un estudio de caso didáctico con enfoque metodológico

### Abstract:

This article presents *Touch to Connect*, an interdisciplinary experience implemented in the first year of secondary education ( $N = 17$ ) that integrates music education and computing through the design and construction of digital instruments using Makey Makey and their use in the collective performance of a musical piece. The aim is to analyse the impact of this approach on students' musical learning and competence development. The study adopts a mixed-methods didactic case study design, combining a musical performance test ad-

1 Como referenciar este artículo (How to reference this article): Veniel-Martí, F., Fernández-Barros, A. y Bono-Félix, S. (2026). Dr Tocar para Conectar: Innovación Musical con Makey Makey y su Impacto en el Aprendizaje en el Aula de Secundaria. *Educatio Siglo XXI*, 44(2), 181-202. <https://doi.org/10.6018/educatio.698261>

2 Autor de correspondencia: Francisco Veniel-Martí

mixto, combinando una rúbrica analítica de interpretación musical aplicada en dos momentos —pretest y posttest— y entrevistas semiestructuradas a las docentes de Música y Tecnología. Los resultados cuantitativos muestran una mejora significativa del rendimiento en interpretación musical tras la intervención ( $M_{pre} = 5.44$ ;  $M_{post} = 7.66$ ; Wilcoxon,  $p < .001$ ;  $r = .88$ ), lo que sugiere que la incorporación de recursos tecnológicos interactivos puede reforzar los aprendizajes musicales cuando se articula en torno a objetivos disciplinares explícitos. El análisis cualitativo indica que la experiencia favoreció aprendizajes más contextualizados al situar la tecnología como mediación expresiva para el trabajo rítmico, la coordinación, la escucha activa y la interpretación colectiva, y al promover competencias transversales como la creatividad, la cooperación, la autonomía y la resolución de problemas. Asimismo, se identifica un potencial inclusivo asociado a la diversidad de roles y formas de participación, que contribuyó a reducir barreras técnicas vinculadas a la práctica instrumental tradicional. Aunque se detectaron limitaciones técnicas y organizativas, la experiencia aporta evidencia situada sobre el valor de la planificación compartida y de la interdisciplinariedad para mejorar el aprendizaje artístico en educación secundaria.

#### **Palabras clave:**

Educación musical; interdisciplinariedad; tecnología educativa; aprendizaje basado en proyectos; educación secundaria.

ministered at two points in time (pretest-posttest) with semi-structured interviews conducted with music and technology teachers. Quantitative results reveal a significant improvement in musical performance after the intervention ( $M_{pre} = 5.44$ ;  $M_{post} = 7.66$ ; Wilcoxon,  $p < .001$ ;  $r = .88$ ), suggesting that interactive technological resources can strengthen musical learning when articulated around explicit disciplinary objectives. Qualitative analysis shows that the experience fostered more contextualised learning by positioning technology as an expressive mediation for rhythmic work, coordination, active listening, and collective performance, while also promoting transversal competences such as creativity, cooperation, autonomy, and problem-solving. The teachers further highlighted the inclusive potential of the project, linked to the diversity of roles and forms of participation, which helped reduce technical barriers associated with traditional instrumental practice. Despite some technical and organisational constraints, the experience provides situated evidence of how interdisciplinary design and coordinated teaching can support artistic and competence-based learning in secondary education.

#### **Key words:**

Music education; interdisciplinarity; educational technology; project-based learning; secondary education.

#### **Résumé:**

Cet article présente *Toucher pour connecter*, une expérience interdisciplinaire menée en première année de l'enseignement secondaire ( $N = 17$ ) intégrant l'éducation musicale et l'informatique à travers la conception et la construction d'instruments numériques à l'aide de Makey Makey et leur utilisation dans l'interprétation collective d'une œuvre musicale. L'objectif est d'analyser l'impact de cette proposition sur les apprentissages musicaux et le développement des compétences des élèves. L'étude repose sur une méthodologie mixte sous la forme d'une étude de cas didactique, combinant un test d'interprétation musicale administré en prétest et posttest et des entretiens semi-directifs menés auprès des enseignants de musique et de technologie. Les résultats quantitatifs mettent en évidence une amélioration significative des performances en interprétation musicale après l'intervention ( $M_{pre} = 5.44$  ;  $M_{post} = 7.66$  ; Wilcoxon,  $p < .001$  ;  $r = .88$ ), suggérant que l'intégration de ressources technologiques interactives peut renforcer les apprentissages musicaux lorsqu'elle est structurée autour d'objectifs disciplinaires

explicites. L'analyse qualitative montre que l'expérience a favorisé des apprentissages plus contextualisés en plaçant la technologie comme médiation expressive au service du travail rythmique, de la coordination, de l'écoute active et de l'interprétation collective, tout en développant des compétences transversales telles que la créativité, la coopération et l'autonomie. Les enseignants soulignent également un potentiel inclusif lié à la diversité des rôles et des formes de participation. Malgré certaines limites techniques et organisationnelles, cette expérience apporte des éléments probants sur l'intérêt de l'interdisciplinarité pour l'apprentissage artistique dans l'enseignement secondaire.

### **Mots clés:**

Éducation musicale; interdisciplinarité; technologie éducative; apprentissage par projet; enseignement secondaire.

Fecha de recepción: 21-01-2026

Fecha de aceptación: 04-06-2026

## **1. Introducción**

En los últimos años, la educación secundaria se enfrenta al reto de diseñar experiencias de aprendizaje que respondan a la diversidad del alumnado, fomenten la motivación y promuevan el desarrollo de competencias clave desde un enfoque integrador. En este contexto, diversos estudios señalan que el alumnado tiende a comprender y construir el conocimiento de forma global, estableciendo relaciones significativas entre saberes procedentes de distintos ámbitos disciplinares, lo que pone de relieve las limitaciones de una enseñanza excesivamente fragmentada (McPhail, 2018; Tonnetti y Lentillon-Kaestner, 2023).

La educación musical, tradicionalmente vinculada a enfoques centrados en la interpretación o la teoría musical, ofrece un terreno especialmente fértil para el desarrollo de propuestas interdisciplinarias. Desde perspectivas praxiales, la música se entiende como una práctica artística, cognitiva y social que permite integrar dimensiones expresivas, tecnológicas y cooperativas, favoreciendo aprendizajes significativos y contextualizados (Elliott, 1995; Wiggins, 2001). En esta línea, investigaciones recientes han subrayado el potencial de la educación musical cuando se articula mediante metodologías activas y cooperativas, destacando su impacto positivo en la implicación, la experiencia emocional y el sentido formativo del aprendizaje artístico (Benito-Blanco y Pastor-Comín, 2022). Desde esta óptica, *Tocar para conectar* se plantea como una situación de aprendizaje musical en la que la cooperación y la vivencia emocional

emergen de una práctica interpretativa compartida, mediada por procesos creativos y tecnológicos. En este sentido, la incorporación de recursos tecnológicos interactivos abre nuevas posibilidades para ampliar los modos de creación, interpretación y comprensión musical en el aula.

Paralelamente, asignaturas como Atención Educativa plantean la necesidad de ser repensadas como espacios de innovación pedagógica. Lejos de concebirse como un tiempo residual, estas materias pueden convertirse en escenarios privilegiados para el desarrollo de proyectos interdisciplinares que articulen competencias transversales y aprendizajes funcionales, especialmente cuando se abordan desde planteamientos colaborativos e integradores (McPhail, 2018). En el marco de la LOMLOE, este tipo de espacios adquiere un especial interés al permitir el diseño de situaciones de aprendizaje flexibles y contextualizadas, orientadas al desarrollo competencial y a la integración de saberes procedentes de distintas áreas curriculares.

El proyecto *Tocar para conectar* surge en este marco como una experiencia interdisciplinar que integra Música e Informática (dentro de la materia de Atención Educativa) a través del diseño y construcción de instrumentos digitales y la interpretación colectiva de una obra musical. Mediante el uso de la placa *Makey Makey* y materiales conductores, el alumnado de 1.º de ESO participa activamente en un proceso creativo que combina experimentación tecnológica, práctica musical y trabajo cooperativo, favoreciendo la participación de perfiles diversos y ampliando las formas de acceso a la creación musical en el aula.

El objetivo de este artículo es presentar el fundamento teórico y pedagógico de esta experiencia, analizando cómo la interdisciplinariedad, la tecnología educativa y la educación musical pueden converger para generar aprendizajes significativos, motivadores y competenciales en la educación secundaria.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Interdisciplinariedad escolar en educación secundaria: conceptualización, calidad y condiciones

La interdisciplinariedad ha sido objeto de un amplio desarrollo teórico en el ámbito educativo, donde se entiende como un enfoque orientado

a la articulación de saberes procedentes de distintas disciplinas, con diferentes grados de integración. La literatura especializada suele describir este enfoque como un continuo que va desde la multidisciplinariedad hasta la transdisciplinariedad, en función del nivel de síntesis conceptual alcanzado (Klein, 1990; Choi y Pak, 2006). Esta clasificación ha sido retomada en investigaciones recientes sobre educación secundaria con el fin de precisar el uso del término y evitar interpretaciones ambiguas al analizar prácticas escolares concretas (Tonnetti y Lentillon-Kaestner, 2023).

En el contexto de la LOMLOE, la interdisciplinariedad adquiere un papel relevante como principio organizador del currículo, al vincularse directamente con el desarrollo del aprendizaje competencial y con el diseño de situaciones de aprendizaje contextualizadas. Desde este planteamiento, el aprendizaje competencial implica la movilización integrada de conocimientos, destrezas y actitudes para afrontar situaciones complejas y significativas, superando una enseñanza fragmentada por materias (MEFP, 2022; Zabala y Arnau, 2014). En este sentido, la interdisciplinariedad escolar se configura como un medio pedagógico especialmente adecuado para avanzar hacia el perfil de salida del alumnado al finalizar la educación básica.

Dentro de este marco resulta especialmente pertinente distinguir entre interdisciplinariedad académica e interdisciplinariedad escolar. Mientras que la primera se orienta a la producción de nuevo conocimiento, la segunda responde a finalidades eminentemente formativas, centradas en la apropiación del conocimiento y en el desarrollo de procesos cognitivos integradores por parte del alumnado (Lenoir y Sauvé, 1998; Schulert et al., 1994). Esta distinción permite situar adecuadamente las experiencias interdisciplinares en la educación obligatoria, donde el objetivo principal no es la investigación disciplinar, sino la construcción de aprendizajes significativos y contextualizados (Tonnetti y Lentillon-Kaestner, 2023).

No obstante, como pone de manifiesto la revisión sistemática realizada por Tonnetti y Lentillon-Kaestner (2023), la interdisciplinariedad sigue siendo poco frecuente en la práctica educativa de la educación secundaria. Los autores señalan que muchas de las experiencias analizadas se sitúan en niveles bajos de integración, próximos a la multidisciplinariedad, debido a la ausencia de vínculos conceptuales sólidos y a la persistencia de jerarquías entre disciplinas, una problemática ya identificada en estudios anteriores (Hasni et al., 2015; Lenoir et al., 2010).

Desde una perspectiva centrada en la calidad educativa, distintos trabajos han tratado de identificar los principios que caracterizan las propuestas interdisciplinarias rigurosas frente a aquellas de carácter superficial. En este sentido, Lenoir y Hasni (2016) destacan la necesidad de partir de una base disciplinar sólida, evitar jerarquías entre áreas, concebir la interdisciplinariedad como un medio pedagógico y no como un fin en sí mismo, y garantizar la colaboración docente como condición estructural. Estos principios han sido adoptados en investigaciones recientes como marco de referencia para analizar la coherencia y profundidad de las secuencias interdisciplinarias en educación secundaria (Tonnetti y Lentillon-Kaestner, 2023).

La evidencia empírica sugiere que el aprendizaje interdisciplinar puede contribuir a mejorar el compromiso del alumnado y a favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, siempre que se sustente en un diseño didáctico explícito y en la visibilización de los aprendizajes disciplinares implicados (Hubert, 2021; McPhail, 2018). Al mismo tiempo, diversos estudios advierten de los riesgos asociados a una integración insuficiente, como la confusión conceptual o una percepción difusa de los objetivos de aprendizaje, lo que refuerza la necesidad de concebir la interdisciplinariedad como complementaria, y no sustitutiva, de la enseñanza disciplinar (McPhail, 2016).

En conjunto, la literatura coincide en que la calidad de las propuestas interdisciplinarias depende, entre otros factores, de establecer conexiones conceptuales claras entre disciplinas, alternar momentos disciplinares e interdisciplinares y hacer explícitos los objetivos y criterios de evaluación. Estas condiciones adquieren una relevancia particular en la educación secundaria, donde la organización escolar por materias y la especialización docente tienden a dificultar la integración curricular (Louviot et al., 2019; Tonnetti y Lentillon-Kaestner, 2023).

## **2.2. Educación musical, tecnología y aprendizaje interdisciplinar**

La educación musical se ha consolidado como un ámbito especialmente propicio para el desarrollo de enfoques interdisciplinares, debido a su carácter práctico, expresivo y relacional. Desde perspectivas constructivistas y praxiales, la música se concibe como un espacio de aprendizaje activo en el que interpretación, escucha y creación implican procesos cognitivos complejos y contextualizados (Elliott, 1995; Wiggins, 2001).

Esta concepción ha favorecido su integración con otras áreas del currículo, especialmente en propuestas basadas en proyectos y en el uso de tecnologías educativas.

Las investigaciones realizadas en los últimos años sobre las áreas STEM, las artes y la música, muestran que éstas se encuentran entre los ámbitos más representados en experiencias interdisciplinarias en educación secundaria, lo que refuerza el papel de la educación artística como catalizadora de procesos integradores y de desarrollo de competencias transversales (Cuervo, 2018; Harris y de Bruin, 2018; Tonnetti y Lentillon-Kaestner, 2023). Diversos estudios señalan que este tipo de propuestas se asocia a una mayor motivación y compromiso del alumnado, especialmente cuando los aprendizajes se contextualizan y se conectan con intereses significativos (Bartlett, 2005; McPhail, 2018).

La incorporación de tecnología educativa ha ampliado de manera significativa las posibilidades de creación e interacción sonora en el aula de música. Los entornos digitales facilitan la experimentación, la exploración de parámetros sonoros y la participación de alumnado con distintos niveles de competencia musical, favoreciendo enfoques de aprendizaje basados en la acción y la reflexión (Folkestad, 1996; Kolb, 2014; Seddon y O'Neill, 2003). Este planteamiento resulta coherente con enfoques experienciales en los que la experimentación y la reflexión articulan el aprendizaje, especialmente en contextos artísticos y tecnológicos, donde la acción constituye el punto de partida del conocimiento (Gezuraga y García, 2020; Kolb, 2014). En esta línea, estudios recientes han destacado el potencial de las tecnologías digitales en educación musical cuando se integran en propuestas activas y basadas en proyectos, al favorecer procesos de creación, producción sonora y aprendizaje significativo (Cuenca-Rodríguez et al., 2025).

No obstante, la literatura advierte de que los efectos positivos del aprendizaje interdisciplinar en contextos artísticos no son automáticos. Diversos estudios subrayan los riesgos asociados a una integración insuficiente, como la confusión conceptual o la dificultad para identificar los aprendizajes disciplinares específicos, incluso en situaciones de alta motivación (Baillat y Niclot, 2010; McPhail, 2018). Estas aportaciones refuerzan la necesidad de diseñar propuestas que hagan explícitos tanto los procesos creativos como los conocimientos musicales y tecnológicos implicados, concibiendo la interdisciplinariedad como complementaria, y no sustitutiva, de la enseñanza disciplinar (Locke, 2008; Lenoir y Hasni, 2016).

En el marco de los currículos orientados al desarrollo competencial, estos planteamientos adquieren una relevancia particular. Tanto la investigación educativa como organismos internacionales destacan la importancia de diseñar situaciones de aprendizaje que integren conocimientos, habilidades y actitudes de distintas áreas para afrontar problemas complejos y contextualizados (OECD, 2018). En este contexto, el uso de dispositivos interactivos y de interfaces tangibles, vinculados al movimiento *maker*, ha mostrado un notable potencial para promover aprendizajes interdisciplinarios, creativos y significativos, especialmente en entornos STEAM (Blikstein, 2013; Peppler y Glosson, 2013).

Desde esta perspectiva, herramientas como Makey Makey se sitúan en un punto de intersección entre música, tecnología y creatividad, al posibilitar la construcción de instrumentos digitales personalizados y la exploración sonora mediante la interacción física con materiales cotidianos. Este tipo de dispositivos puede entenderse también en el marco más amplio del instrumento musical digital como fenómeno sociocultural, en la medida en que transforma las formas de creación, interacción y participación musical (Gorbunova y Petrova, 2020). Su uso en contextos educativos permite articular experiencias prácticas, colaborativas y contextualizadas que integran saberes musicales y tecnológicos de forma coherente con los principios del aprendizaje competencial (Ruthmann et al., 2014).

Desde este marco teórico, el proyecto que se presenta a continuación se concibe como una experiencia situada que pone en práctica estas condiciones de calidad en un contexto real de educación secundaria.

### **3. Marco empírico**

#### **3.1. Diseño del estudio**

El estudio se desarrolló como un estudio de caso didáctico en un contexto real de educación secundaria obligatoria, desde un enfoque metodológico mixto orientado a analizar el impacto de una intervención interdisciplinar en el aprendizaje musical del alumnado de 1.º de ESO. En el plano cuantitativo, se adoptó un diseño no experimental pretest–posttest con un solo grupo, habitual en investigaciones escolares donde las condiciones organizativas y curriculares dificultan la comparación experimental estricta (Cohen et al., 2018; Creswell, 2014). De forma comple-

mentaria, se realizaron entrevistas semiestructuradas a las docentes de Música y Tecnología para comprender el diseño, desarrollo e impacto educativo del proyecto, atendiendo a la integración interdisciplinar, el papel de la tecnología, la respuesta del alumnado, los aprendizajes observados y las dificultades encontradas.

La combinación de datos cuantitativos y cualitativos permitió triangular la información y ofrecer una visión más completa de la experiencia, considerando tanto los resultados de aprendizaje como los procesos pedagógicos que los hicieron posibles (Stake, 1995; Yin, 2018).

### **3.2. Contexto, participantes y propuesta didáctica**

La experiencia se desarrolló en un centro público de educación secundaria, con un grupo de 1.º de ESO compuesto por 17 estudiantes con perfiles diversos, incluyendo alumnado con formación musical previa y alumnado con dificultades lingüísticas. El proyecto se llevó a cabo a lo largo de ocho sesiones, distribuidas entre las áreas de Música y Atención Educativa/Informática, mediante un trabajo coordinado entre la profesora de Música y la profesora responsable del área tecnológica.

La intervención se estructuró como un proyecto interdisciplinar basado en el aprendizaje activo, en el que el alumnado participó en todas las fases del proceso creativo: exploración inicial, diseño y construcción de instrumentos digitales, ensayo musical, coordinación grupal e interpretación final. El proyecto combinó la construcción de instrumentos digitales mediante Makey Makey y materiales conductores, el aprendizaje e interpretación colectiva de un villancico adaptado al nivel del grupo, y la integración de una base rítmica digital con una melodía interpretada con xilófono acústico.

Durante el desarrollo del proyecto se emplearon metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje cooperativo, la experimentación guiada, la práctica musical activa y la reflexión colectiva sobre el proceso y el resultado final.

### **3.3. Procedimiento**

La intervención se desarrolló en ocho sesiones, alternando momentos de trabajo musical, tecnológico y de integración interdisciplinar. En la primera sesión, desde el área de Música, se presentó el proyecto, se

analizó la partitura y se explicó el producto final. En la segunda sesión, desde Atención Educativa/Informática, el alumnado investigó conceptos básicos de electricidad, conductividad y funcionamiento de Makey Makey. La tercera sesión se dedicó a la asignación de roles, instrumentos y primeras prácticas individuales.

En la cuarta sesión, el alumnado diseñó y construyó instrumentos digitales con plastilina conductora. La quinta sesión se centró en el solfeo, el canto y el trabajo cooperativo mediante la técnica del puzle de Aronson. En la sexta sesión se grabaron y asignaron sonidos de percusión a las entradas de Makey Makey. La séptima sesión permitió realizar un ensayo técnico-musical conjunto, resolviendo problemas de conexión, sincronización y coordinación. Finalmente, en la octava sesión se llevó a cabo la práctica grupal, la interpretación final y una reflexión colectiva sobre el proceso de aprendizaje.

Esta secuenciación permitió avanzar progresivamente desde la exploración tecnológica y musical inicial hasta la construcción de un producto artístico compartido, manteniendo la coherencia entre objetivos, actividades, roles del alumnado y evaluación.

### **3.4. Instrumentos de recogida de datos**

Para la recogida de datos se emplearon instrumentos de carácter cuantitativo y cualitativo, con el fin de obtener una visión amplia y complementaria del impacto de la intervención. Esta combinación metodológica permitió triangular la información procedente de distintas fuentes y fortalecer la validez del estudio.

En el ámbito cuantitativo, se utilizó una rúbrica analítica de interpretación musical, aplicada en dos momentos —pretest y posttest—, con el objetivo de evaluar el rendimiento del alumnado antes y después de la intervención. El instrumento fue diseñado ad hoc, de acuerdo con los objetivos musicales del proyecto y con los saberes básicos del currículo de Música en 1.º de ESO. La rúbrica incluyó cuatro ítems o criterios de evaluación: ajuste al pulso, interpretación de la partitura, ejecución de las notas y coordinación grupal. Cada criterio se valoró mediante cuatro niveles de desempeño —Experto, Avanzado, Aprendiz y Principiante—, definidos a partir de descriptores cualitativos específicos. Para el análisis cuantitativo, los niveles de desempeño se transformaron en una puntuación global sobre 10, lo que permitió comparar los resultados obtenidos

por el alumnado en ambos momentos de medición. La rúbrica se aplicó en condiciones similares en el pretest y en el posttest. La descripción completa del instrumento se recoge en el Anexo I.

En el ámbito cualitativo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a la docente de Música y a la docente de Tecnología implicadas en el proyecto. Las entrevistas se diseñaron con el objetivo de recoger información sobre el diseño y desarrollo de la experiencia, la integración interdisciplinar, el papel de la tecnología en el aula, la respuesta del alumnado, los aprendizajes observados y las dificultades encontradas. Este formato permitió combinar preguntas comunes con la flexibilidad necesaria para profundizar en aspectos específicos de cada área. Las entrevistas fueron registradas por escrito y posteriormente analizadas de manera sistemática.

### **3.5. Análisis de datos**

El análisis de los datos se llevó a cabo diferenciando los procedimientos cuantitativos y cualitativos, atendiendo a la naturaleza de la información recogida.

Los datos cuantitativos procedentes de la rúbrica de interpretación musical fueron analizados mediante estadística descriptiva e inferencial. En primer lugar, se calcularon medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación típica) para los resultados del pretest y del posttest. Posteriormente, se comprobó el cumplimiento de los supuestos necesarios para la aplicación de pruebas paramétricas. Dado el tamaño reducido de la muestra ( $N < 30$ ), se utilizó la prueba de Shapiro–Wilk para analizar la normalidad de las diferencias entre las puntuaciones pretest y posttest (Russell, 2018). Al no cumplirse el supuesto de normalidad, se optó por aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras pareadas, con el fin de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ambos momentos de medición. Asimismo, se calculó el tamaño del efecto ( $r$ ) para estimar la magnitud del impacto de la intervención.

Los datos cualitativos obtenidos a partir de las entrevistas fueron analizados mediante un análisis temático de carácter inductivo-deductivo. En una primera fase, se realizó una lectura exhaustiva de las respuestas con el fin de identificar unidades de significado relevantes. Posteriormente, estas unidades se agruparon en categorías y subcategorías vinculadas a los objetivos del estudio y al marco teórico, tales como integración inter-

disciplinar, papel de la tecnología, respuesta del alumnado, aprendizajes desarrollados, inclusión y dificultades de la experiencia. Finalmente, se contrastaron las categorías emergentes entre ambas entrevistas, lo que permitió una triangulación de perspectivas y una interpretación más profunda del desarrollo y del impacto educativo del proyecto.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1. Resultados cuantitativos

En primer lugar, se calcularon los estadísticos descriptivos correspondientes a las puntuaciones obtenidas mediante la rúbrica analítica de interpretación musical en los dos momentos de medición. Los resultados mostraron un incremento notable de las puntuaciones medias tras la intervención. En el pretest, el alumnado obtuvo una puntuación media de  $M = 5.44$  ( $SD = 1.80$ ), mientras que en el posttest la media fue de  $M = 7.66$  ( $SD = 1.85$ ).

Antes de realizar el análisis inferencial, se comprobaron los supuestos necesarios para la aplicación de pruebas paramétricas en muestras pareadas. Dado el tamaño reducido de la muestra ( $N < 30$ ), se utilizó la prueba de Shapiro–Wilk para analizar la normalidad de las diferencias entre las puntuaciones pretest y posttest (Russell, 2018). Los resultados indicaron que dichas diferencias no seguían una distribución normal ( $W = 0.89$ ,  $p = .046$ ), por lo que se optó por aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Los resultados de la prueba de Wilcoxon mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre las puntuaciones del pretest y del posttest ( $V = 153$ ,  $p < .001$ ). Este resultado indica que el rendimiento musical evaluado mediante la rúbrica mejoró de forma significativa tras la intervención. Asimismo, el tamaño del efecto fue grande ( $r = .88$ ), lo que sugiere un impacto notable de la propuesta sobre el rendimiento interpretativo del alumnado.

**Tabla 1**

*Resultados de los análisis pre-post*

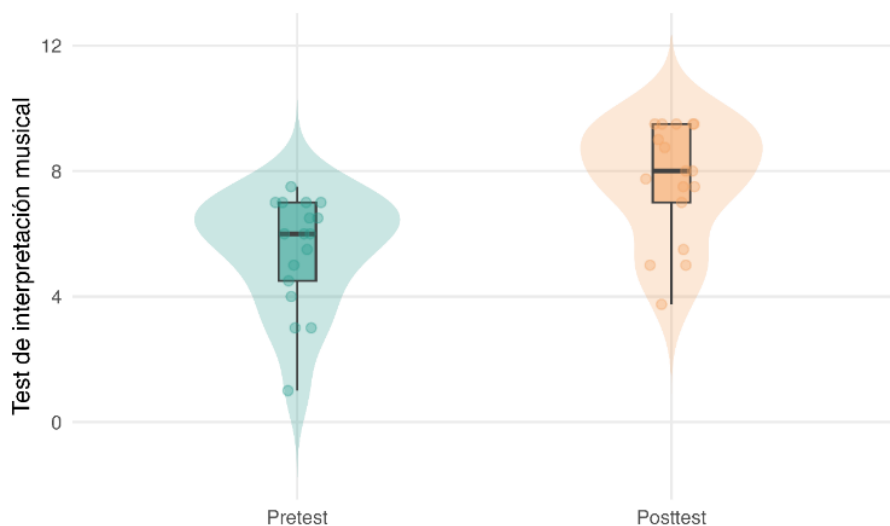
Variable	Estadístico	<i>p</i>	Tamaño del efecto	Interpretación
Rúbrica de interpretación musical	$V = 153$	$<.001^*$	$r = .88$	Significativa; efecto grande

*Nota.*  $V$  = estadístico de la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas;  $M$  = media;  $SD$  = desviación típica;  $r$  = tamaño del efecto;  $*p < .05$ .

A continuación, la Figura 1 muestra un diagrama combinado de violín y cajas que representa las puntuaciones obtenidas en el pretest y el posttest de la rúbrica de interpretación musical. En ella se aprecia la distribución de los datos, el rango intercuartílico y la mediana en cada momento de medición, así como el desplazamiento general de las puntuaciones hacia valores más altos tras la intervención.

**Figura 1**

*Diagrama de violín y cajas de las puntuaciones pretest y posttest en la rúbrica de interpretación musical*



## 4.2. Resultados cualitativos

El análisis cualitativo de las entrevistas semiestructuradas realizadas a la docente de Música y a la docente de Tecnología permitió identificar un conjunto de categorías comunes relacionadas con el diseño interdisci-

plinar del proyecto, la integración curricular entre áreas, la respuesta del alumnado, los aprendizajes desarrollados y las dificultades encontradas durante la implementación de la experiencia. La triangulación de ambas perspectivas aporta una visión complementaria del proceso, al poner de relieve tanto las decisiones pedagógicas adoptadas como los efectos observados en el aula.

#### 4.2.1. INTEGRACIÓN CURRICULAR E INTERDISCIPLINARIEDAD

Ambas docentes coinciden en señalar que la integración entre música y tecnología fue posible gracias a un diseño conjunto del proyecto desde sus fases iniciales y a la definición de un objetivo final claramente compartido. La experiencia se integró de manera coherente en las programaciones de ambas áreas, permitiendo trabajar contenidos disciplinares específicos en un contexto aplicado y significativo. Desde el área de Tecnología, el proyecto facilitó el abordaje de aprendizajes vinculados a la programación, la robótica y el funcionamiento de circuitos eléctricos a partir de un eje motivador para el alumnado, mientras que desde el área de Música se diseñó una secuencia orientada a la interpretación colectiva, la escucha activa y el análisis musical básico.

Desde la perspectiva musical, la interdisciplinariedad se articuló en torno a una finalidad interpretativa clara. Tal como señala la docente de Música, “el proyecto fue diseñado para culminar en una interpretación grupal, en la que cada estudiante desempeñaba un rol específico, lo que exigía atención, coordinación y escucha activa”. Esta orientación hacia un producto musical final permitió dotar de sentido a las tareas desarrolladas en ambas áreas y mantener la coherencia del proceso. En esta misma línea, la docente de Tecnología subraya que la propuesta no se planteó como una suma de actividades independientes, sino como “un proyecto común en el que la parte tecnológica tenía sentido porque servía para hacer música”.

La integración entre música y tecnología se hizo especialmente visible en las sesiones finales del proyecto, cuando confluyeron ambos ámbitos en el aula. En ese momento, el alumnado pudo comprobar de manera explícita la función de la tecnología como soporte de la práctica musical, tal como destaca la docente de Tecnología: “el alumnado pudo comprobar cómo la programación y la tecnología daban soporte a la interpretación musical”. Esta conexión favoreció que los aprendizajes

tecnológicos dejaran de percibirse como contenidos aislados y se vincularan a una finalidad expresiva concreta.

#### 4.2.2. TECNOLOGÍA COMO MEDIO PEDAGÓGICO Y EXPRESIVO

La tecnología fue concebida por ambas docentes como un recurso pedagógico integrado al servicio del aprendizaje musical y del desarrollo competencial, y no como un elemento accesorio. El uso de Makey Makey y Scratch permitió trabajar aprendizajes tecnológicos básicos — como la comprensión del funcionamiento de los circuitos eléctricos, la relación entre hardware y software y la secuenciación de instrucciones— desde un enfoque práctico, manipulativo y experimental.

Desde el área de Música, la incorporación de tecnología amplió las posibilidades expresivas del aula y favoreció una aproximación activa al lenguaje musical. La construcción de instrumentos digitales con materiales conductores permitió trabajar el ritmo, la pulsación y la coordinación desde una vivencia corporal y manipulativa, alejándose de enfoques exclusivamente teóricos. Como apunta la docente de Música, “el alumnado no solo tenía que tocar, sino comprender cuándo debía intervenir, escuchar al grupo y ajustar su entrada al pulso común”. Esta dimensión práctica reforzó el vínculo entre acción, escucha y comprensión musical.

En los testimonios de ambas docentes se destaca el valor de la tecnología como medio para conectar música, creatividad y aprendizaje activo dentro de un contexto interdisciplinar con sentido. La tecnología no sustituyó la práctica musical, sino que actuó como mediación para hacerla más accesible, manipulativa y colaborativa.

#### 4.2.3. RESPUESTA DEL ALUMNADO Y MOTIVACIÓN

La respuesta del alumnado fue descrita por ambas docentes como progresiva y estrechamente vinculada a la contextualización del aprendizaje. Según la docente de Música, en un primer momento el uso de instrumentos digitales generó extrañeza, ya que el alumnado no conocía este tipo de tecnología ni su aplicación musical. Sin embargo, la presentación de ejemplos audiovisuales y la demostración práctica del funcionamiento de Makey Makey facilitaron una rápida comprensión de la propuesta y de su viabilidad.

Esta evolución se observa en el modo en que el alumnado pasó de la curiosidad inicial a una implicación más activa en el proceso. Una de las docentes señala que “al principio les sorprendía que la plastilina o

un objeto cotidiano pudiera convertirse en parte de un instrumento, pero cuando comprobaron que funcionaba y que podían producir sonidos, aumentó mucho su interés”. La posibilidad de ver una relación directa entre la acción física, la respuesta digital y el resultado musical favoreció una participación más sostenida durante las sesiones.

La música actuó como un elemento motivador clave, especialmente en el área tecnológica, donde parte del alumnado mostraba inicialmente menor interés. Ambas docentes coinciden en señalar que el carácter global e integrador del proyecto incrementó la implicación y el compromiso del alumnado en comparación con actividades más fragmentadas o descontextualizadas, al percibir una finalidad clara y compartida en el trabajo realizado. En este sentido, la docente de Tecnología destaca que “la música ayudó a que algunos estudiantes se engancharan más a la parte técnica, porque entendían para qué servían las conexiones, las pruebas y los ajustes”.

#### 4.2.4. APRENDIZAJES MUSICALES, TECNOLÓGICOS Y COMPETENCIALES

Los resultados cualitativos ponen de manifiesto el desarrollo de aprendizajes específicos de cada área, así como de aprendizajes de carácter transversal. En el ámbito musical, se observaron mejoras en la comprensión del ritmo, la pulsación, la coordinación grupal y la escucha activa, derivadas de la interpretación colectiva y del trabajo por roles. En palabras de la docente de Música, “la interpretación de la base rítmica con los instrumentos creados reforzó la interiorización de la pulsación y la regularidad métrica”.

Desde el área de Tecnología, se destaca el desarrollo de la competencia digital, la autonomía en el aprendizaje y la capacidad de resolución de problemas, especialmente durante el proceso de diseño, prueba y ajuste de los instrumentos digitales. La necesidad de comprobar la conductividad de los materiales, corregir errores de conexión y adaptar los sonidos a la estructura musical convirtió las dificultades técnicas en oportunidades de aprendizaje. Como explica la docente de Tecnología, “cuando algo no sonaba, tenían que revisar el circuito, comprobar la conexión y pensar qué podían modificar; no era un error sin más, era parte del proceso”.

De manera transversal, ambas docentes subrayan el impacto del proyecto en el desarrollo del trabajo cooperativo, la creatividad y la responsabilidad compartida. Tal como señala la docente de Tecnología, “el

proyecto favoreció la autonomía, la creatividad y la capacidad de resolución de problemas, además del trabajo cooperativo". Estos aprendizajes se hicieron especialmente visibles en los momentos de ensayo conjunto, donde cada estudiante debía asumir su rol y comprender que el resultado final dependía de la coordinación del grupo.

#### 4.2.5. DIFICULTADES Y LÍMITES DE LA EXPERIENCIA

Lejos de presentar una visión idealizada, ambas docentes identifican dificultades relevantes durante el desarrollo del proyecto. Desde el punto de vista musical, se señalaron limitaciones técnicas relacionadas con la ergonomía de los instrumentos digitales, la conductividad de los materiales y la sincronización sonora entre los instrumentos digitales y los acústicos. Estas dificultades obligaron al alumnado a anticiparse rítmicamente y a ajustar su interpretación para lograr una ejecución conjunta coherente.

Desde una perspectiva organizativa, se destacó la falta de tiempo para la coordinación entre áreas, así como la escasez de recursos materiales y de espacios adecuados, lo que supuso una carga adicional para las docentes. Una de las docentes indica que "la coordinación entre materias fue fundamental, pero también exigente, porque había que ajustar tiempos, espacios y necesidades técnicas". No obstante, ambas docentes interpretan estas dificultades como elementos clave para la mejora futura de la experiencia y como oportunidades de aprendizaje tanto para el alumnado como para el propio equipo docente.

En este sentido, los problemas técnicos no se entendieron únicamente como obstáculos, sino también como situaciones que favorecieron la reflexión y la toma de decisiones. La necesidad de probar, corregir y volver a ensayar permitió al alumnado comprender que el proceso creativo y tecnológico requiere ajustes sucesivos, especialmente cuando se orienta a una interpretación colectiva.

#### 4.2.6. INCLUSIÓN Y PARTICIPACIÓN DEL ALUMNADO

Finalmente, ambas docentes destacan el potencial inclusivo de la propuesta. El uso de instrumentos digitales construidos por el propio alumnado redujo barreras técnicas asociadas a la interpretación instrumental tradicional y permitió múltiples formas de participación. La distribución de roles y el trabajo cooperativo facilitaron la implicación activa de alumnado con distintos niveles de competencia musical y tecnológica.

Esta diversidad de roles permitió que el alumnado pudiera participar desde diferentes aportaciones: interpretación rítmica, melodía, apoyo técnico, construcción de instrumentos, pruebas de sonido o coordinación grupal. Como señala una de las docentes, “no todo el alumnado participaba de la misma manera, pero todos tenían una función dentro del proyecto”. Esta organización favoreció que estudiantes con menor experiencia musical pudieran implicarse en la actividad sin quedar excluidos por las exigencias técnicas de la interpretación instrumental tradicional.

En conjunto, los resultados cualitativos muestran que la experiencia favoreció una participación activa, colaborativa e inclusiva, reforzando el sentido de pertenencia al grupo y la motivación del alumnado. La propuesta consolidó el aula de Música como un espacio accesible y significativo para perfiles diversos, al tiempo que permitió vincular la práctica artística con aprendizajes tecnológicos y competenciales.

## 5. Conclusiones

El proyecto *Tocar para conectar* muestra que es posible articular una propuesta interdisciplinar en 1.º de ESO en la que la tecnología no “acompaña” a la música, sino que se integra como medio para sostener un objetivo musical explícito: la interpretación colectiva. En nuestro caso, el diseño y construcción de instrumentos digitales con *Makey Makey* permitió combinar experimentación tecnológica, práctica rítmica y trabajo cooperativo en una secuencia breve (ocho sesiones) que mantuvo al alumnado orientado hacia un producto final compartido.

Los resultados cuantitativos indican una mejora significativa en el rendimiento interpretativo evaluado mediante la rúbrica tras la intervención, lo que sugiere que el uso de recursos interactivos y metodologías activas puede reforzar el aprendizaje musical cuando se vincula a criterios claros (pulso, coordinación, adecuación al tempo) y a rutinas de ensayo. En este sentido, el proyecto contribuye a responder a una crítica recurrente a la interdisciplinariedad en secundaria: el riesgo de perder precisión disciplinar cuando la integración no se diseña con suficiente intencionalidad (McPhail, 2016).

Desde el análisis cualitativo, la experiencia confirma el potencial de la educación musical como motor de innovación: la música actuó como

eje vertebrador que dio sentido a decisiones tecnológicas (asignación de sonidos, pruebas de conductividad, ajustes de sincronización) y permitió conectar procesos creativos y dinámicas cooperativas, en línea con enfoques praxiales (Elliott, 1995; Wiggins, 2001). El uso de interfaces tangibles favoreció una aproximación activa a la creación musical y amplió las formas de participación, especialmente en tareas rítmicas y de coordinación grupal (Ruthmann et al., 2014; Folkestad, 1996).

Un aporte especialmente relevante se sitúa en la dimensión inclusiva de la propuesta: la variedad de roles y la construcción de instrumentos con materiales cotidianos facilitó la participación de perfiles diversos y redujo barreras asociadas a la técnica instrumental tradicional. Esta diversificación de modos de participación resultó coherente con investigaciones sobre artes, cooperación y experiencia emocional en el aula (Benito-Blanco y Pastor-Comín, 2022) y con planteamientos experienciales centrados en aprendizaje activo y significativo (Gezuraga y García, 2020).

Al mismo tiempo, el proyecto visibiliza límites habituales de la innovación en secundaria: coordinación interdepartamental, disponibilidad de espacios y recursos, y dificultades técnicas concretas (conductividad de materiales, ergonomía y sincronización sonora). Estos elementos, lejos de ser secundarios, condicionan la escalabilidad y coinciden con barreras descritas en la literatura sobre interdisciplinariedad en contextos escolares compartimentados (Louviot et al., 2019; Tonnetti y Lentillon-Kaestner, 2023).

Desde una perspectiva aplicada, la experiencia aporta un modelo replicable si se cuidan algunas condiciones: (1) objetivos disciplinares explícitos y criterios de evaluación compartidos; (2) planificación conjunta y momentos de co-docencia en fases de integración; y (3) una fase breve de prototipado y pruebas técnicas que anticipe incidencias de materiales y latencia/sincronización.

Este estudio presenta limitaciones propias de un estudio de caso (muestra reducida, un solo centro y ausencia de grupo control), a lo que se suma el uso de un instrumento de evaluación diseñado ad hoc. Aun así, la convergencia entre resultados cuantitativos y cualitativos aporta evidencia situada sobre cómo la integración música–tecnología puede sostener aprendizajes artísticos y competenciales en secundaria. Futuros trabajos podrían replicar la experiencia en otros contextos, incorporar medidas adicionales (p. ej., rúbricas validadas, evaluación interjueces,

seguimiento longitudinal) y comparar diseños con distinto grado de integración interdisciplinar.

En conjunto, *Tocar para conectar* sugiere que la educación musical, cuando se diseña desde la interdisciplinariedad con criterios claros y condiciones organizativas realistas, puede contribuir a formar alumnado más participativo, competente y conectado con los lenguajes culturales y tecnológicos contemporáneos.

## Referencias

- Baillat, G. y Niclot, D. (2010). In search of interdisciplinarity in schools in France: From curriculum to practice. *Issues in Integrative Studies*, 28, 170–207.
- Bartlett, J. (2005). Curriculum integration in the junior secondary school. *Curriculum Matters*, 1, 172–186. <https://doi.org/10.18296/cm.0062>
- Benito-Blanco, J. y Pastor-Comín, J. J. (2022). Música, aprendizaje cooperativo y experiencia emocional: Análisis de una intervención literario-musical en la formación inicial del docente. *Educatio Siglo XXI*, 40(1), 31–54. <https://doi.org/10.6018/educatio.432101>
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and “making” in education: The democratization of invention. En J. Walter-Herrmann y C. Büching (Eds.), *FabLabs: Of machines, makers and inventors* (pp. 203–222). Transcript Publishers.
- Boix Mansilla, V. y Dawes Duraising, E. (2007). Targeted assessment of students’ interdisciplinary work: An empirically grounded framework proposed. *The Journal of Higher Education*, 78(2), 215–237. <https://www.jstor.org/stable/4501203>
- Braskén, M., Hemmi, K. y Kurtén, B. (2020). Implementing a multidisciplinary curriculum in a Finnish lower secondary school: The perspective of science and mathematics. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 64(6), 852–868. <https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1623311>
- Choi, B. C. K. y Pak, A. W. P. (2006). Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and Investigative Medicine*, 29(6), 351–364.
- Cuenca-Rodríguez, M.<sup>a</sup> E., Pascual-Moltó, I. y Pastor-Prada, R. (2025). Tecnologías digitales en la educación musical. El uso de Estaciones de Trabajo de Audio Digital (DAW) con Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 24(1), 101–117. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.24.1.101>
- Cuervo, L. (2018). Study of an interdisciplinary didactic model in a secondary education music class. *Music Education Research*, 20(4), 463–479. <https://doi.org/10.1080/14613808.2018.1433148>
- Elliott, D. J. (1995). *Music matters: A new philosophy of music education*. Oxford University Press.
- Fautley, M. y Savage, J. (2011). *Cross-curricular teaching and learning in the secondary school: The arts*. Routledge.

- Veniel-Martí, F., Fernández-Barros, A. y Bono-Félix, S. (2026). Dr Tocar para Conectar: Innovación Musical con Makey Makey y su Impacto en el Aprendizaje en el Aula de Secundaria. *Educatio Siglo XXI*, 44(2), 181-202. <https://doi.org/10.6018/educatio.698261>.
- Folkestad, G. (1996). *Computer-based creative music making: Young people's music in the digital age*. Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Gajić, O. y Žuković, S. (2013). Integrativity and interdisciplinarity in religious and literary education. *European Journal of Science and Theology*, 9(4), 61–76.
- Gezuraga, M. y García, J. (2020). Recepciones de la pedagogía experiencial de Dewey: Una revisión sistemática (2014–2019). *Educatio Siglo XXI*, 38(3), 191–214. <https://doi.org/10.6018/educatio.452921>
- Gorbunova, I. B. y Petrova, N. N. (2020). Digital musical instrument as a sociocultural phenomenon. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(3), 109–115. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202020000300109&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000300109&lng=es&tlng=en)
- Harris, A. y de Bruin, L. (2018). An international study of creative pedagogies in practice in secondary schools: Toward a creative ecology. *Journal of Curriculum and Pedagogy*, 15(2), 215–235. <https://doi.org/10.1080/15505170.2018.1457999>
- Hasni, A., Lenoir, Y. y Alessandra, F. (2015). Mandated Interdisciplinarity in Secondary School: The Case of Science, Technology, and Mathematics Teachers in Quebec. *Issues in Interdisciplinary Studies*, 33, 144-180.
- Hubert, C. (2021). *Interdisciplinary learning and the effects on students* (Master's thesis). Northwestern College.
- Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: History, theory, and practice*. Wayne State University Press.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
- Lenoir, Y. y Hasni, A. (2016). Interdisciplinarity in primary and secondary school: Issues and perspectives. *Creative Education*, 7(16), 2433–2458. <https://doi.org/10.4236/ce.2016.716233>
- Lenoir, Y., Hasni, A. y Klein, J. T. (2010). Interdisciplinarity in Quebec schools: Forty years of problematic implementation. *Issues in Integrative Studies*, 28, 238–294.
- Lenoir, Y. y Sauvé, L. (1998). De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement: Un état de la question. *Revue Française de Pédagogie*, 125, 109–146.
- Locke, J. (2008). Curriculum integration in secondary schools. *Curriculum Matters*, 4, 69–84.
- Louviot, M., Moody, Z. y Darbellay, F. (2019). *L'interdisciplinarité à l'école: Succès, résistance, diversité*. Editions Alphil Presses universitaires suisses.
- McPhail, G. J. (2016). From aspirations to practice: Curriculum challenges for a new "twenty-first-century" secondary school. *The Curriculum Journal*, 27(4), 518–537. <https://doi.org/10.1080/09585176.2016.1159593>
- McPhail, G. J. (2018). Curriculum integration in the senior secondary school: A case study in a national assessment context. *Journal of Curriculum Studies*, 50(1), 56–76. <https://doi.org/10.1080/00220272.2017.1386234>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). *Real Decreto 217/2022, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria*. BOE.
- Moss, J., Godinho, S. y Chao, E. (2019). Enacting the Australian Curriculum: Primary and

Veniél-Martí, F., Fernández-Barros, A. y Bono-Félix, S. (2026). Dr Tocar para Conectar: Innovación Musical con Makey Makey y su Impacto en el Aprendizaje en el Aula de Secundaria. *Educatio Siglo XXI*, 44(2), 181-202. <https://doi.org/10.6018/educatio.698261>.

- secondary teachers' approaches to integrating the curriculum. *Australian Journal of Teacher Education*, 44(3), 24–41. <https://doi.org/10.14221/ajte.2018v44n3.2>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.
- Peppler, K. y Glosson, D. (2013). Stitching circuits: Learning about circuitry through e-textile materials. *Journal of Science Education and Technology*, 22(5), 751–763. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9428-2>
- Pountney, R. y McPhail, G. (2019). Crossing boundaries: Exploring the theory, practice and possibility of a “Future 3” curriculum. *British Educational Research Journal*, 45(3), 483–501. <https://doi.org/10.1002/berj.3508>
- Rodríguez, J. G., Blasco, C. M., Lenoir, Y. y Klein, J. T. (2010). Interdisciplinarity and research on local issues in schools: Policies and experiences from Colombia. *Issues in Integrative Studies*, 28, 109–137.
- Russell, J. (2018). *Statistics in music education research*. Oxford University Press.
- Ruthmann, A. S., Tobias, E. S., Randles, C. y Thibeault, M. D. (2014). Is it the technology? Challenging technological determinism in music education. In *Music Education* (pp. 122-138). Routledge.
- Schulert, J., Frank, A., Bailis, S. y Klein, J. T. (1994). Interdisciplinary studies as change of perspective. *Issues in Integrative Studies*, 12, 77–92.
- Seddon, F. A. y O'Neill, S. A. (2003). Creative Thinking Processes in Adolescent Computer-based Composition: an analysis of strategies adopted and the influence of instrumental music training. *Music Education Research*, 5(2), 125–137. <https://doi.org/10.1080/1461380032000085513>
- Tonnetti, B. y Lentillon-Kaestner, V. (2023). Teaching interdisciplinarity in secondary school: A systematic review. *Cogent Education*, 10, 2216038. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2216038>
- Wiggins, J. (2001). *Teaching for musical understanding*. McGraw-Hill.
- Zabala, A. y Arnau, L. (2014). *Métodos para la enseñanza de las competencias*. Graó.