

# Capítulo 7.

## Porcópolis: una experiencia transdisciplinaria de ciencia, tecnología, arte y educación para el sector agrario

*Berardo de J. Rodríguez*

*MV, Esp., PhD. Facultad de Ciencias Agrarias,  
Universidad de Antioquia, Grupo QUIRON*

*Juliana Zapata*

*MV, MSc, PhD (c). Facultad de Ciencias Agrarias,  
Universidad de Antioquia, Grupo QUIRON*

*Diana Margot López*

*Ing., Esp., M. Eng, Facultad de Ingeniería,  
Universidad de Antioquia, Grupo ITOS*

*Verónica Bermúdez*

*MV. Facultad de Ciencias Agrarias,  
Universidad de Antioquia, Grupo QUIRON*

*Andrés A. Martínez*

*Eng. Facultad de Ciencias Agrarias,  
Universidad de Antioquia, Grupo QUIRON*

*Santiago Duque*

*MV. Facultad de Ciencias Agrarias,  
Universidad de Antioquia, Grupo QUIRON*

*Natalia Álvarez*

*MV, MSc, PhD (c). Facultad de Ciencias Agrarias,  
Universidad de Antioquia, Grupo QUIRON*

*Edimer D. Jaramill*

*Zoot., Esp. Grupo de Investigación Nutri-Solla,  
SOLLA S.A. Itagüí, Colombia*

## Resumen

Este artículo sistematiza una experiencia de creación e incubación de una *spin-off* y de un programa educativo que denominamos *Porcópolis*, dirigido a niños y jóvenes de planteles educativos rurales. La sistematización describe cinco momentos: el punto de partida, las preguntas iniciales, la recuperación del proceso vivido, la reflexión de fondo y los puntos de llegada. Relatamos la experiencia de transformación de un conocimiento generado a partir de investigación básica y desarrollo tecnológico, en sustrato para la enseñanza de bienestar animal y habilidades sociales para la construcción de paz. Integramos saberes de múltiples disciplinas en la identificación de los elementos acústicos y musicales, que inducen estados emocionales en animales, los utilizamos para producir música funcional veterinaria, luego esos resultados se incorporaron en ambientes de aprendizaje gamificados para niños y jóvenes de la ruralidad. El punto de llegada de esta experiencia fue la creación de *Porcópolis*, un programa educativo para fomentar habilidades sociales para la construcción de paz en la juventud rural. Para ello, se trabajó de manera transdisciplinaria alrededor de preguntas orientadoras, abordadas desde hipótesis, a partir de indicios o evidencias singulares, para generar abducciones o conjeturas espontáneas, que se expresaron en términos de probabilidades, tendencias o posibilidades. Esta mixtura de razonamiento inductivo y abductivo incorporó la creatividad permitiendo arriesgar conclusiones innovadoras que, si bien no eran fácilmente demostrables, se sometieron a consideraciones, pruebas y mecanismos de validación que posteriormente condujeron a resultados verificables. Así métodos contrapuestos al deductivo analítico predominante en ciencias agrarias favoreció la transdisciplina.

Palabras clave: *biomusicología, bienestar animal, música en animales, TIC, violencia*

## 1. Introducción

En este documento plasmamos el proceso de sistematización de la experiencia transdisciplinar *Porcópolis*. De manera general, la “experiencia” consistió en la creación de un programa educativo para el fomento de la paz, la cultura, la ciencia, la tecnología y la innovación en niños y jóvenes de áreas rurales. Este programa constituye una estrategia de apropiación social del conocimiento.

El gobierno colombiano ha optado por utilizar oficialmente la denominación de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación para referirse a los proyectos que se adelantan a través de diversas estrategias integradoras de comunicación científica (Pabón, 2018). La apropiación social del conocimiento, por su parte, es entendida como un proceso de comprensión e intervención de las relaciones entre tecnología y sociedad, que se construye a partir de la participación activa de los diversos grupos sociales que generan conocimiento (Straw, 2017; Barrio Alonso, 2008).

La apropiación social del conocimiento es un tema de reciente preocupación para las comunidades científicas, los gobiernos y los medios de comunicación, quienes lo han asumido como un compromiso social (Jona-Lasinio et al., 2019). Esta publicación entrega un aporte al tema pues, mediante la recuperación de nuestra experiencia, pretendemos proporcionar elementos conceptuales y metodológicos para aquellos que en el futuro se aventuren a emprender procesos similares.

*Porcópolis* es un programa educativo dirigido a niños y jóvenes relacionados con el sector agrario; tiene como objetivo prevenir la violencia a través de la creación de un ambiente gamificado para la enseñanza contextualizada de competencias sociales. Utiliza una estrategia didáctica



que motiva la generación de empatía entre especies y bienestar animal para el aprendizaje de habilidades sociales. Proponemos el desarrollo de estas habilidades como un factor de protección frente a conductas de riesgo.

El programa educativo *Porcópolis* se originó de la articulación transdisciplinaria de los grupos de investigación ITOS de la Facultad de Ingeniería, Patobiología Quirón de la Facultad de Ciencias Agrarias y Nutri-Solla de la empresa SOLLA S.A. Las experiencias e intereses del Grupo ITOS sobre la enseñanza de la ingeniería y el desarrollo de videojuegos, del grupo de Quirón sobre biomusicología, patobiología y bienestar animal y de Nutri-Solla sobre nutrición animal, se unieron para diseñar el programa educativo con recursos de la convocatoria “Con TIC Investigo 2019” de la Universidad de Antioquia.

Para la construcción de *Porcópolis* se incorporaron producciones musicales originales que fueron compuestas durante investigaciones psicoacústicas en porcinos; se abordaron problemas reales de la ruralidad y del sector agrícola como ejes problematizadores para la formación de valores en los niños y jóvenes y se utilizó la imagen del cerdo como modelo para desarrollar empatía en los niños. Todo esto fue motivado por el conocimiento previo generado por los grupos de investigación sobre el bienestar de esta especie a partir de la estructuración y ejecución de varios proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Ese conocimiento se reinterpretó y se tradujo para ser transferido de manera dosificada al contexto escolar.

Los proyectos que originaron esta experiencia fueron:

1. “Valoración de un prototipo bioneuromusical de enriquecimiento ambiental y de su protocolo de uso para disminuir el estrés, mejorar la

salud, el bienestar animal y la productividad en la porcicultura”, financiado por el Fondo de Innovación de la Universidad de Antioquia, en el marco de la convocatoria “Gestiones relacionadas con el proceso de valorización de los resultados de Investigación - Prueba de concepto 2018” (Acta de registro y propiedad intelectual N° 103 de 2018). Este proyecto evaluó los efectos positivos sobre el bienestar de los cerdos de un prototipo de enriquecimiento sensorial con señales acústicas y musicales desarrolladas por el grupo Patobiología Quirón. Además, se evaluaron las respuestas fisiológicas y neuroendocrinas asociadas al estrés de cerdos en producción. Se diseñaron métodos preventivos y terapéuticos para paliar los efectos negativos del estrés crónico y mejorar las condiciones de bienestar porcino en producciones intensivas.

2. “Evaluación del cerdo como modelo animal para el estudio de la biomusicología y el estrés crónico”, financiado con recursos de la “Convocatoria Programática Área Ciencias Sociales, Humanidades y Artes 2018”. Este proyecto demostró que los lechones expuestos a estímulos musicales originales mostraron una amplia variedad de respuestas emocionales con diversas valencias afectivas que dependían de la estructura armónica del estímulo. Así, se proporcionó evidencia científica del uso potencial de la música como estrategia de enriquecimiento ambiental para esta especie y del uso del cerdo como modelo para futuros estudios.

3. “Creación de una empresa de base tecnológica *spin-off* para la comercialización de música funcional veterinaria, accesorios y servicios relacionados, financiado en el marco de la “Convocatoria de Creación y Fortalecimiento de *Spin-off* 2020” realizada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y Créame. En este proyecto se realizó la planeación, incubación y consolidación de una empresa de base tecnológica (*spin-off*) que ofrece programas de enriquecimiento sensorial basados en música funcional veterinaria valorada científicamente, soluciones



psicoacústicas, material audiovisual y asesoría especializada para disminuir el estrés y mejorar la salud y el bienestar de los animales.

Los autores consideramos el diseño y desarrollo del programa *Porcópolis* como una experiencia transdisciplinaria debido a que generó un trabajo colectivo para la interpretación, entendimiento e intervención de la violencia y del bienestar animal. Estos problemas, al ser complejos, cambiantes y relacionados, requieren un enfoque más allá de las disciplinas que logre extraer conocimiento nuevo y fomentar cambios significativos en la aplicación de su investigación.

En el proceso de desarrollo de los diferentes proyectos enfrentamos cierta reticencia y dificultad para la aplicación de un abordaje transdisciplinar, ocasionada en parte por nuestra falta de experiencia en el quehacer transdisciplinario y por el desconocimiento de las maneras de incorporar este enfoque en los proyectos en curso. De igual forma, el prejuicio en el entorno académico y social frente a los enfoques disruptivos, como los abordados en nuestras investigaciones, dificultó el trasegar transdisciplinario. Algunos de estos enfoques fueron: las emociones e inteligencia de los animales, el vínculo de la violencia sociocultural y la violencia contra los animales y el especismo versus la empatía hacia los animales de producción.

Decidimos sistematizar nuestra experiencia motivados por la idea de que el reconocimiento de la importancia de la transdisciplinaria para el fomento de una ciencia, tecnología e innovación (CTI) puede generar cambios positivos y soluciones oportunas, así como para afianzar el desarrollo de la sociedad. Nos interesa compartir nuestro precedente para orientar a quienes deseen incursionar en este tipo de abordaje o estén desarrollando experiencias similares de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

Los autores comprendemos la “sistematización de la experiencia” (*Porcópolis*) como un ejercicio intencionado que busca penetrar en la trama de nuestra construcción transdisciplinaria, con el fin de recrear los saberes alcanzados en un acto interpretativo de teorización y de apropiación consciente de lo vivido. En tanto concebimos esta sistematización como un proceso que abarca un conjunto de dimensiones objetivas y subjetivas de la realidad histórico-social en que se desarrolló, encontramos pertinente realizar una interpretación, a partir de su ordenamiento y reconstrucción, que haga explícito el proceso vivido, los factores que intervinieron, las relaciones establecidas y sus motivos.

Los actores de la experiencia sistematizada fueron: el rector, profesores y estudiantes de la escuela rural Héctor Higinio Bedoya Vargas del municipio de Heliconia en el departamento de Antioquia, dos investigadores senior con formación disciplinar en patología animal, inmunología, música e ingeniería de sistemas; tres estudiantes de los programas de doctorado y de maestría en Ciencias Veterinarias y estudiantes del pregrado de Medicina Veterinaria e Ingeniería de Sistemas pertenecientes a semilleros de investigación de los grupos de investigación Patobiología Quirón de la Facultad de Ciencias Agrarias e ITOS de la Facultad de Ingeniería, ambos de la Universidad de Antioquia. También participó una médica veterinaria e ilustradora egresada del programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Antioquia, un ingeniero de sonido egresado de la Universidad San Buenaventura, un ingeniero de sistemas de la Universidad de Antioquia y un zootecnista de la Universidad Nacional de Colombia perteneciente al grupo de investigación Nutri-Solla de la empresa Solla S.A.

El ordenamiento presentado de la construcción de *Porcópolis*, aunque tiene un trasfondo cronológico, fue establecido a partir de las preguntas que surgieron en medio del diálogo de saberes de los actores. Estas



preguntas permitieron vencer obstáculos inherentes al saber-poder-disciplina propio de cada especialidad que dificultaron el diálogo multi, inter y transdisciplinario.

Así, decidimos sistematizar la experiencia a partir de las siguientes preguntas orientadoras: ¿cómo conciliar arte y ciencia?, ¿cómo armonizar esas dos formas de pensamiento cuando el arte es creativo y trasciende las reglas, mientras que la ciencia define reglas y desde su positivismo evita fantasear?, ¿pueden los conceptos de musicalidad y bienestar animal articularse para hacer una investigación transdisciplinaria que cree, innove, genere tecnología y propicie la apropiación social del conocimiento?

Lo expresado en este capítulo no es una sistematización de información en tanto clasificación y catalogación de distintos tipos de datos o presentación de resultados de investigación. En esta experiencia están presentes las percepciones, sensaciones, emociones e interpretaciones de los protagonistas sobre lo “vivido”.

## 2. Metodología

Siguiendo los lineamientos descritos por Bradbury, Falkembach y Carrillo (2017), la metodología utilizada para sistematizar esta “experiencia” ocurre en cinco momentos: el punto de partida, las preguntas iniciales, la recuperación del proceso vivido, la reflexión de fondo y los puntos de llegada. Esta metodología fue elegida considerando que, para nosotros, la sistematización contiene dos elementos muy importantes: un proceso que permite organizar la experiencia para comunicarla y una herramienta que contribuye al mejoramiento de las prácticas. Esta metodología nos permitió un acercamiento a la realidad y a los elementos de la misma para analizarla y comprenderla.



Para la sistematización consideramos fuentes de información recopiladas durante la elaboración y ejecución de cuatro proyectos de investigación y sus respectivos momentos de apropiación social del conocimiento, al igual que documentos de carácter público a nivel nacional relacionados. Así, realizamos una evaluación reflexiva de las actividades consignadas en los cuadernos de trabajo, los diarios de campo, las actas de reuniones, las preguntas para la reflexión a fondo y, por supuesto, los saberes que poseían los investigadores, los estudiantes de los semilleros de investigación y la comunidad intervenida.

### 3. Resultados

#### 3.1. *La experiencia Porcópolis*

La experiencia *Porcópolis* se relata a partir de los análisis de cuadernos de trabajo, las actas y las grabaciones de reuniones de los proyectos construidos por los equipos de investigación durante cinco años (2018 a 2022), así como las publicaciones realizadas. También se exponen reflexiones realizadas con los estudiantes y las conclusiones del colectivo involucrado.

#### 3.2. *El punto de partida*

En una primera etapa, la investigación nació como un trabajo solitario del profesor Berardo Rodríguez, coordinador del grupo de investigación en patobiología Quirón, que buscaba, por un lado, articular algunas ideas distantes y, por otro, expresar su musicalidad ancestral. Esta musicalidad se refiere a las enseñanzas rítmicas, melódicas y dancísticas transmitidas por sus abuelos, quienes en su niñez constituyeron un puente entre las prácticas musicales de sus ancestros esclavizados y su realidad actual como afrodescendiente nativo de las montañas del valle del río Porce en Antioquia. Dicha musicalidad, que fue inhibida por



las posturas positivistas de las ciencias naturales durante sus 20 años de desempeño como docente e investigador en patología veterinaria, inició con los cantos y bailes de su abuela Carmelina y generaron una energía creadora presente desde una edad temprana. Esta energía se transformó en una espiral cognitiva alimentada por sus experiencias e interacciones humano-animal como profesor investigador en una universidad pública.

La semilla musical ancestral, la necesidad de compartir conocimiento desde perspectivas variadas con la sociedad y el deseo de continuar creciendo como persona desde diferentes ámbitos impulsaron al profesor Rodríguez a construir lo que él llama su “formación integral”. Esta formación o construcción multidimensional de la persona, unida a la necesidad del profesor de compartir su formación humanista de manera responsable y transformarla en un legado para sus estudiantes, fueron las motivaciones para emprender la experiencia colectiva que aquí se relata.

En un principio el profesor compuso una obra musical en la que se articuló el arte, sus experiencias veterinarias y su investigación sobre una nueva disciplina denominada biomusicología (Fitch, 2015). Esa obra musical, denominada “cognición *Suina*”, constituyó un punto de partida, un ensayo para realizar una alianza, una comunicación entre las especies animales humana y porcina, una obra musical funcional veterinaria y con motivaciones estéticas cuyos objetivos trascienden el arte y tienen una función: la de enriquecer el ambiente de los sistemas de producción intensiva para disminuir el estrés crónico y mejorar la salud de los porcinos confinados. Esta obra, y otras derivadas de la misma, se utilizaron en los primeros experimentos para implementar metodologías que valoraran su efecto sobre los estados emocionales y la conducta en los porcinos.

En una segunda etapa se creó una línea de investigación denominada “biomusicología, patobiología y salud” en el seno del grupo de investigación en patobiología Quirón, la cual se inscribió posteriormente en el programa de Doctorado en Ciencias Veterinarias de la Universidad de Antioquia. Luego, dos estudiantes de doctorado, uno de maestría y el director de sus tesis de grado empezaron a construir preguntas en torno a la musicalidad animal. Las primeras preguntas fueron ¿cómo articular el arte, específicamente la música, a una investigación en ciencias veterinarias? y ¿puede la música utilizarse para mejorar la salud animal?

Es importante aclarar que en estos primeros momentos se entendió la música como “un arte que organiza el sonido y el silencio y utiliza como componentes estructurales la melodía, la armonía y el ritmo para disponerlos en el tiempo y generar procesos neurofisiológicos en los oyentes” (Conrad, 2010). A través de la historia, a la música se le ha conferido un uso artístico, es decir, un uso estético en el que la “belleza” surge de la organización del sonido e impacta diferentes esferas del ser, como las emociones y el comportamiento. Por otro lado, la música ha tenido una función comunicativa: algunos autores (Nikolsky, 2020; Mithen, 2007) sugieren que antes de la aparición del lenguaje, nuestros antepasados ya realizaban gestos, vocalizaciones y ritmos. En este sentido, la música permitió al animal humano disponer de un vehículo para comunicar emociones y generar contagio emocional. Es así que en la actualidad una obra musical puede generar la misma reacción emocional en personas de diferentes etnias, con lenguas y costumbres disímiles. En el caso de los animales no humanos, principalmente en los mamíferos, se conoce que comparten estructuras anatómicas y procesos funcionales con el humano, las cuales les permite procesar la información acústica presente en la música (Hoeschele et al., 2015).

Hacer música es una práctica antigua, desde los orígenes de la humanidad se realiza música con propósito, es decir, música funcional. La

música desde su origen ha sido útil, esto la convierte en un desarrollo tecnológico humano (Patel, 2010). Entre sus usos están el pastoreo en algunas etnias y la ambientación de espacios, circunstancias, rituales y ceremonias. La música para cine y otros productos audiovisuales combina lo estético y lo funcional con el propósito de generar emociones que refuercen el mensaje de las escenas.

### 3.3. Las preguntas iniciales

Durante las discusiones temáticas del grupo Patobiología Quirón, en los primeros momentos de nuestro proceso de investigación, surgieron las siguientes preguntas con respecto al uso de la música en animales: ¿la medicina veterinaria utiliza música?, ¿existe música funcional veterinaria?, ¿los animales responden emocional y conductualmente a la música?

En las revisiones de literatura sobre el tema, así como en la búsqueda de plataformas de música en *streaming*, encontramos que la música se ha utilizado principalmente en animales de compañía y que existen experiencias y plataformas digitales que ofrecen música para diferentes usos en las mascotas. Sin embargo, encontramos escasos estudios científicos que verificaran los beneficios atribuidos a estas producciones. Tampoco encontramos descripciones documentadas de los procedimientos para producir música con propósitos veterinarios. En un estudio de 2020 se identificaron únicamente nueve publicaciones a nivel mundial que valoraran el uso de música en animales de compañía utilizando métodos clínicos y etológicos (Lindig et al., 2020).

Posteriormente, los investigadores del grupo de investigación Quirón realizamos la siguiente pregunta: ¿tiene la música efectos sobre la patobiología de la enfermedad? La búsqueda de literatura científica relacionada reveló escaso conocimiento y carencia de desarrollos tecnológicos para

realizar musicoterapia veterinaria y para diseñar estrategias orientadas a mejorar el bienestar y la salud animal. Esto motivó a los integrantes del grupo Quirón a realizar la reproducción musical de ocho composiciones originales recopiladas en el trabajo “Espiral de alianza”. Este trabajo musical, que se planteó como una base acústica y conceptual para el estudio de la musicalidad y sus efectos sobre los mecanismos de la enfermedad en animales, permitió identificar componentes susceptibles de intervención para diseñar y desarrollar un prototipo bioneuromusical psicoacústico para disminuir el estrés y mejorar el bienestar animal, la salud y la productividad.

En un siguiente momento se realizó una nueva pregunta: ¿cómo puede clasificarse el nivel tecnológico de esta iniciativa? La respuesta llegó de la Unidad de Gestión Técnica de la Universidad de Antioquia, pues sus funcionarios nos hablaron sobre el Technology Readiness Level (TRL), una forma de medir y describir la madurez de una tecnología. El TRL fue un concepto implementado en primer lugar por la NASA y su uso se expandió y actualmente se aplica a una diversidad de proyectos desde el momento en que surge la idea original hasta que se realiza su despliegue comercial. Por lo tanto, si consideramos una tecnología particular y conocemos la información del TRL, o la clasificación en que se encuentra según este, podemos hacernos una idea de su nivel de madurez (NASA, 2015). De los nueve niveles posibles, en su momento nuestro prototipo clasificó en un nivel tecnológico TRL4. Contar con ese prototipo llevó a la ejecución del proyecto “Validación de un prototipo bioneuromusical de enriquecimiento ambiental y de su protocolo de uso para disminuir el estrés, mejorar la salud, el bienestar animal y la productividad en la porcicultura”.

La investigación para validar el prototipo se realizó en porcinos, animales que sirven como modelo de investigación por sus semejanzas anatómicas, fisiológicas y de comportamiento con los humanos. Además,



están expuestos rutinariamente a estrés debido a las condiciones intensivas de producción a las que son sometidos, las cuales tienen efectos negativos en su bienestar (Lind et al., 2007). Esta investigación demostró que el programa de estimulación musical que desarrollamos es una herramienta útil para el enriquecimiento ambiental en animales (Zapata Cardona et al., 2022). El prototipo generó efectos benéficos sobre el estado emocional, la conducta y la homeostasis, favoreciendo la salud y el bienestar de los animales. El prototipo fue validado experimentalmente en condiciones reales de producción y constituyó un avance en ciencia, tecnología e innovación para el sector pecuario. El nivel de madurez asignado a la tecnología en ese momento fue TRL7. Esta tecnología fue incluida en el portafolio tecnológico de la Universidad de Antioquia, en la sección de alimentos y agroindustria.<sup>1</sup>

Para continuar la experiencia nos apoyamos en la biomusicología, una nueva disciplina que estudia la musicalidad y plantea que este rasgo o característica atribuida al animal humano, y que consiste en su capacidad de crear y apreciar estéticamente la música, se explica como un proceso biológico con bases en la evolución y el desarrollo de los procesos neurocognitivos en las especies animales (Fitch, 2015).

La evidencia empírica de nuestra investigación reveló que los porcinos presentan respuestas emocionales, fisiológicas y conductuales a la música desarrollada si se consideran sus preferencias psicoacústicas. Esto nos llevó a formular la pregunta: ¿es posible realizar estudios comparados entre las especies porcina y humana con respecto a los mecanismos que inducen las respuestas a la música?

---

1 Ver: <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/extension/portafolio-tecnologico>

Para responder este interrogante se formuló el proyecto de investigación titulado “Evaluación del cerdo como modelo animal para el estudio de la biomusicología y el estrés crónico”, financiado con recursos de la “Convocatoria Programática Área Ciencias Sociales, Humanidades y Artes 2018” de la Universidad de Antioquia. Durante su ejecución se determinó que los porcinos perciben los parámetros acústicos de una obra musical, lo cual genera respuestas emocionales específicas (Zapata Cardona et al., 2022).

Mientras buscábamos explicación para estos hallazgos ingresamos en otros campos del conocimiento, los cuales nos llevaron a formular nuevas preguntas como: ¿existe evidencia científica de inteligencia porcina? En ese momento, los hallazgos de nuestro equipo sobre la relación entre música y emociones en los cerdos aumentaron el interés por esta especie; la vislumbramos como un posible modelo para estudiar el efecto de la música en animales y sus posibles aplicaciones.

A diferencia de los roedores utilizados comúnmente en investigación biomédica, la especie porcina posee una anatomía del sistema nervioso central similar a la de los humanos. Recientemente esta especie ha despertado un interés que se expresa en un aumento en las publicaciones que proveen información sobre sus capacidades mentales. Entre ellas, se documenta un espectro de funciones cognitivas importantes (Marino & Colvin, 2015); una especie porcina vietnamita fue vista utilizando herramientas, una cualidad propia de algunas especies consideradas de mayor inteligencia como los grandes primates (Root-Bernstein et al., 2019); también se documenta que los porcinos se reconocen en el espejo, lo que es interpretado por los etólogos como un rasgo indicador de consciencia de sí mismos (Broom, et al., 2009) (Figura 1).

La música, como sonido organizado, es percibido e interpretado como información por los porcinos, humanos y otras especies. Esta informa-



**Figura 1.** Ilustración de cerdo en el espejo incluido en la cartilla para estudiantes del programa educativo *Porcópolis*  
**Autora:** Verónica Bermúdez

ción acústica es llevada del oído al sistema nervioso central, donde es conducida por diferentes rutas neuronales que generan emociones e inician la regulación de las actividades de los sistemas nervioso autónomo, neuroendocrino e inmunológico (Brefczynski-Lewis & Lewis, 2016; Paul et al., 2005; Paul et al., 2020). De esta manera, el estado emocional generado por la música impacta el comportamiento, el estrés y, de manera consecuente, la salud, pero: ¿puede la música regular conductas agresivas en la especie porcina?



Los resultados de nuestras investigaciones evidenciaron que el uso de música original, compuesta y producida con base en las preferencias psicoacústicas de los porcinos, reduce significativamente la cantidad y gravedad de lesiones en la piel producidas por conductas agresivas (Duque, 2021). La valoración de la disminución en la cantidad de este tipo de lesión se considera un indicador del efecto benéfico de la música sobre el bienestar animal en nuestros estudios.

### 3.4. *Incubación de una empresa spin-off*

Las preguntas anteriores, así como los proyectos de investigación que originaron, permitieron el escalonamiento de la tecnología desarrollada a un nivel de madurez TRL7, como se mencionó anteriormente. Este escalonamiento indica que un prototipo funcional y su protocolo de aplicación fueron validados en un ambiente productivo relevante; en nuestro caso, la granja de producción porcina de la Universidad de Antioquia. Esta granja es un sistema productivo comercial que permite evaluar las tecnologías que requiere el sector agrario regional en condiciones de campo.

En ese momento nos preguntamos: ¿cuál es la vía más apropiada para entregar este conocimiento a la comunidad y realizar apropiación del conocimiento? Decidimos enfocarnos en la creación de una *spin-off*. Las *spin-off* son empresas que ofrecen productos y servicios basados en resultados de investigación y desarrollos protegidos por derechos de propiedad intelectual a favor de la universidad con cuyo licenciamiento se pueden obtener regalías (Walter et al., 2006).

En el marco de la convocatoria para la creación y el fortalecimiento de *spin-offs* del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y Créame del 2020, nuestro equipo participó por la Universidad de Antioquia con un proyecto titulado "Voluta - Soluciones tecnológicas basadas en crea-



ciones musicales para la disminución del estrés en animales de granja”. Este proyecto fue favorecido y recibió acompañamiento en la estructuración y fortalecimiento de la iniciativa empresarial durante el 2021.

La nueva *spin-off* pretende generar soluciones tecnológicas benéficas para la salud y el bienestar animal, al igual que relacionarse con los usuarios a través de un ecosistema digital para llegar a diferentes segmentos (productores, gremios, clínicas veterinarias, empresas del sector pecuario, entre otras). Esta *spin-off* continuará conciliando el binomio ciencia y arte que la originó.

### *3.5. La recuperación del proceso vivido para la creación de Porcipolís*

Tras observar que la música en nuestros experimentos generó disminución de conductas agresivas en el modelo porcino nos interesamos por la violencia, que entendemos como un tipo de interacción por medio de la cual un animal o grupo de animales intencionalmente causa daño o impone una situación a otro u otros animales (Byrne & Whiten, 1988; Whiten & Byrne, 1997). La habilidad de tomar la perspectiva de otro individuo se considera una capacidad mental compleja que puede formar la base de un tipo específico de cognición social conocida como Inteligencia Maquiavélica (Whiten & Byrne, 1997). La inteligencia maquiavélica se define por las maniobras políticas, por ejemplo, el engaño y la manipulación, y se supone que es un importante impulsor de la inteligencia en los primates y algunas otras especies, como los perros (Byrne & Whiten, 1988; Whiten & Byrne, 1997).

La violencia es un factor que genera estrés crónico y tiene un impacto negativo en la arquitectura del cerebro en su proceso de maduración, ya que, como afirma Pinheiro (2006),

[...] la exposición prolongada a la violencia en el animal humano, inclusive como testigo, conlleva a una perturbación de los sistemas nervioso e inmunológico que puede provocar limitaciones sociales, emocionales y cognitivas, así como dar lugar a comportamientos que causan enfermedades, lesiones y problemas sociales. (p.14)

Debido a que se ha mostrado que promover interacciones positivas con los animales enseña a los niños aspectos importantes de las relaciones con los demás, como el respeto, la comprensión de límites y el respeto mutuo (Sanders, 2003; DeLisle & Ilte-Clark, 2011), consideramos que enseñar a los niños del sector rural sobre bienestar animal puede generar empatía dirigida también a los humanos y una reducción general concomitante de la conducta agresiva como se ha reportado previamente (Nicoll et al., 2008; Thompson & Gullone, 2003). Con esa motivación formulamos nuevas preguntas para ese momento: ¿puede utilizarse la música para modular la expresión de conductas violentas en humanos y animales? y ¿cómo utilizar el conocimiento logrado previamente en el grupo de investigación para interactuar con la sociedad y contribuir en la construcción de paz?

Revisando literatura sobre el tema encontramos que la exposición a la violencia durante la niñez puede provocar mayor predisposición a sufrir limitaciones sociales, emocionales y cognitivas durante toda la vida, a la obesidad y a adoptar comportamientos de riesgo para la salud como uso de sustancias adictivas, relaciones sexuales precoces y consumo de tabaco (Pinheiro, 2006). Otros problemas sociales y de salud mental relacionados con la exposición a la violencia incluyen trastornos de ansiedad, depresión, alucinaciones, bajo desempeño laboral, trastornos de memoria y comportamiento agresivo (Fortin & Favre, 1999).


Algunos autores informan que la violencia doméstica se asocia a comportamientos de abuso o violencia contra las mascotas en la niñez o

juventud (Thompson & Gullone, 2006). Otros estudios mostraron que el abuso de las mascotas por parte de los niños es un síntoma de trastorno psicológico causado por eventos disruptivos que puede conducir a la inhibición o a una distorsión de la empatía (Viñas, 2008). Hay estudios que demuestran que la violencia es gradual, pues afirman que las personas violentas suelen iniciar los abusos en la infancia y dirigirlos a los animales antes de cometer tales acciones contra personas de su familia, o por fuera de esta en caso de que no se intervenga (Newberry, 2017; Sueur & Pelé, 2018). Por lo anterior, consideramos que luchar contra el maltrato animal es un paso crucial para poner fin a todo tipo de violencia.

Con esos antecedentes tomamos la decisión de construir el programa educativo *Porcópolis*. La financiación para su creación se obtuvo de la convocatoria “Con TIC Investigo 2019-2” de la vicerrectoría de docencia de la Universidad de Antioquia.

### ***3.6. El diseño del programa***

El desarrollo de esta propuesta integró conocimientos de manera transdisciplinar para modelar un ambiente de aprendizaje basado en el sistema de producción porcina con problemas asociados al bienestar animal y al deterioro ambiental y social. Este ambiente incorporó composiciones musicales originales realizadas en las investigaciones previas. Mediante el uso de TIC para la innovación en educación se abordaron problemas reales de la ruralidad y del sector agrícola como ejes problematizadores para la formación de valores en niños y jóvenes de primaria y bachillerato del sector rural. El programa está concebido para ser aplicado por los profesores de las escuelas y colegios rurales por medio de herramientas para la planificación que se encuentran consignadas en un manual que se describirá posteriormente.



El programa educativo propone la formación en bienestar animal como una estrategia educativa para generar empatía entre especies en tanto favorece actitudes y comportamientos positivos a partir de la preocupación por el otro, tanto en las relaciones humanas como en las relaciones entre especies (Hoffman, 2000). La empatía puede integrar fenómenos como la adquisición de perspectiva, sinónimo de empatía cognitiva, de contagio emocional, pero también sentimiento de culpa, o comportamiento de ayuda o solidaridad. La percepción y la representación del otro puede entonces generar fenómenos afectivos, cognitivos y motores. La empatía se considera un atributo propio del humano y de muchos mamíferos superiores (De Waal, 2007).

Los principios pedagógicos que orientan este programa son: un enfoque en el aprendizaje que pone al alumno en el centro del proceso, considera los aprendizajes previos del alumno y promueve la motivación intrínseca del estudiante. Se reconoce la naturaleza social del conocimiento que implica un aprendizaje compartido con el profesor y los compañeros, lo cual favorece la cultura del autoaprendizaje. Se propende por el aprendizaje informal en fuentes diversas de información. Todo lo anterior se modela mediante estrategias didácticas contextualizadas, utilizando la gamificación apoyada por la tecnología.

Comprendemos la gamificación como una técnica que consiste en trasladar la mecánica de los juegos a la práctica educativa, con lo cual las actividades rutinarias se convierten en un proceso lúdico de aprendizaje que impulsa la forma natural de aprender. Con esta técnica pretendemos dar al estudiante la oportunidad de hacer elecciones y tomar decisiones a través del juego. Se busca generar una dinámica progresiva “mediante pequeños logros” que desarrolle habilidades sociales (competir, colaborar, compartir), genere hábito, cree lealtad y expectativa.

### 3.7. ¿Por qué el nombre *Porcópolis*?

Esta propuesta nace de una narrativa creada a partir de reflexiones colectivas de los actores e investigadores. Las ideas fueron articuladas por el profesor Berardo Rodríguez en una ficción que gravita en torno a una analogía entre *Porcópolis* y la metrópolis griega, ciudad madre de la que se originaron colonias. En la ficción se representa la formación de migraciones y asentamientos dispersos en el universo habitados por especies biológicas con un origen evolutivo común, pero con roles diferentes (dominantes y serviles) e influidas por el prejuicio y diferentes conflictos. A través de la observación que realizan de las conductas humanas, los personajes de *Porcópolis* cuestionan y enseñan cómo utilizar la empatía y otras habilidades sociales para resolver conflictos. Esta narrativa se articula en una transmedia gamificada que se expande por medio de diferentes sistemas de significación y experiencias interactivas inmersivas para involucrar a los alumnos y motivar su participación, colaboración y creatividad (Burke, 2012). La ludificación del programa los entrena para el desarrollo de valores y habilidades sociales mientras que descubren animales mitológicos y la historia de la humanidad asociada a la domesticación.

### 3.8. ¿Cuál es la estructura del programa?

El programa se estructura en cinco grandes bloques o unidades: el primero consta de tres sesiones en las que se trabaja la fundamentación del concepto de empatía y se hace un diagnóstico que refuerza los resultados obtenidos en encuestas previamente realizadas a los estudiantes. El segundo, denominado “hermanos biológicos”, consta de cuatro sesiones que abordan las semejanzas y diferencias generales entre los mamíferos y reconoce al animal humano como un pariente cercano de los grandes primates. En el tercer bloque se trabajan la inteligencia y

las emociones de los animales como una forma de desmitificar, desde la biología, los prejuicios culturales sobre las capacidades cognitivas y emocionales de los animales. En el cuarto se exponen evidencias de comportamientos sociales en los animales y en el quinto se estudia el derecho de los animales (incluidos los humanos) al bienestar, el cual resulta de la evolución de los procesos de empatía, fundamento de la moral y la justicia.

Como puede verse, todos los temas y actividades que se abordan están guiados por un concepto articulador: la empatía, la cual definimos como una disposición para reconocer a los demás como una posible versión de sí mismo. En otras palabras, la empatía es la voluntad de participar en un proceso que consiste en percibir el marco interno de referencia de otro ser para sentir, “en nuestro interior” y sin confundirnos, como si fuéramos ese ser. Esto debe generar un estilo de vida que se fundamente y arraigue en la experiencia y que permita reconocer directamente a los “otros” como seres sensibles.

### *3.9. Las etapas de la construcción del programa*

#### *3.9.1. Etapa 1: análisis de la relación humano-animal en la región.*

Evaluamos la empatía interespecie en el contexto social de la educación rural mediante la adaptación y aplicación de un instrumento que permitió evaluar las actitudes, la empatía y el apego hacia los animales en niños y adolescentes de la institución rural Héctor Higinio Bedoya Vargas en el municipio de Heliconia, Antioquia. El instrumento consistió en un cuestionario que incluyó datos de carácter social y una evaluación psicométrica basada en la escala de Likert con diferentes enunciados relativos a las actitudes, el apego y la empatía hacia los animales (Joshi et al., 2015).



Los datos obtenidos se sometieron a evaluación estadística y se generaron parámetros descriptivos como distribuciones porcentuales, medias, modas y desviación estándar. La relación entre las respuestas se analizó mediante la correlación de Spearman y se usó el Anova de una y dos vías para describir las interacciones con variables como sexo y edad. También se analizó el Alpha de Cronbach, coeficiente que evalúa la consistencia interna del cuestionario (Confiabilidad y Coeficiente Alpha de Cronbach, 2010). De esta investigación se concluyó que la población de niños y jóvenes encuestados, en su contexto particular, presentaron actitudes positivas hacia los animales. Sin embargo, el apego y la empatía tuvieron menor calificación, específicamente en lo relativo a especies de producción como el cerdo.

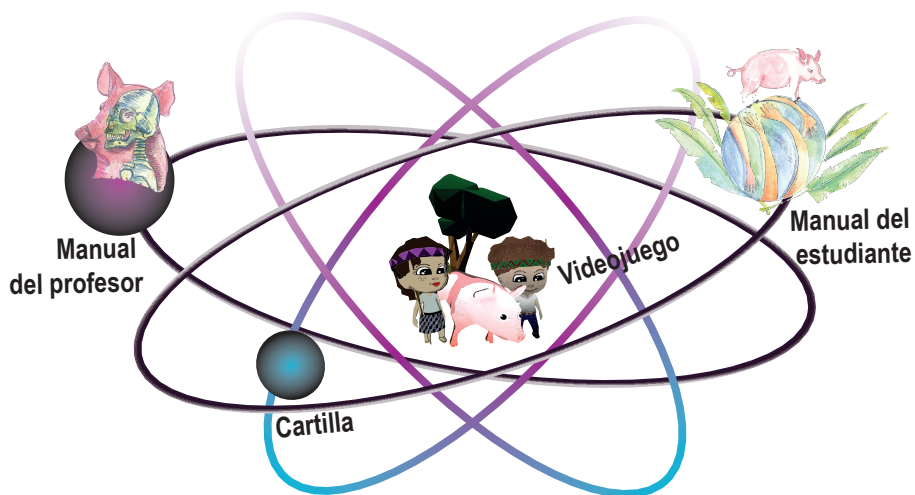
### *3.9.2. Etapa 2: análisis de la relación humano-animal presente en las estrategias didácticas y en los textos escolares utilizados en la región.*

Se visitó la institución educativa rural Héctor Higinio Bedoya Vargas para identificar los textos escolares, la disponibilidad y el uso de herramientas TIC y los componentes de la propuesta de lectoescritura que tienen implementada allí (Vargas García, 2015). Luego se realizó un metaanálisis de textos y artículos relacionados con varias dimensiones del bienestar animal y el relacionamiento histórico del humano con los animales. También se realizó una revisión detallada de la malla curricular entre el grado sexto y once, teniendo en cuenta los ejes generadores y los objetivos de cada nivel. Los documentos revisados en el metaanálisis fueron integrados a la malla curricular como una propuesta para que la institución cuente con materiales de estudio adicionales que faciliten la integración de la temática del bienestar animal y la empatía interespecie en el programa de estudio.



### 3.9.3. Etapa 3: diseño de estrategias didácticas basadas en las TIC para la formación en valores.

Del desarrollo de esta etapa se obtuvieron cuatro productos integrados que, en conjunto, promueven el desarrollo de habilidades sociales en los niños (Figura 2).



**Figura 2.** Ilustración que representa las herramientas didácticas de *Porcópolis* articuladas de manera sistémica por la gamificación  
Autora: Verónica Bermúdez

Los productos desarrollados fueron:

#### **a. Manual del profesor**

Este documento es una guía para que el profesor diseñe y planifique las actividades que realizará en el aula y retroalimente otras actividades que los estudiantes realizarán fuera de ella. El manual ofrece orientación con respecto a: (i) la competencia o destreza que se desea generar; (ii) el nivel de pensamiento y reflexión que se generará en los niveles del

juego; (iii) el grado de alfabetización digital tanto del docente como del alumno; (iv) la herramienta tecnológica para desarrollar la actividad y (v) los métodos para medir los logros obtenidos al finalizar la actividad.

### **b. Videojuego**

La educación actual debe recurrir a nuevas herramientas didácticas que motiven y dinamicen el aprendizaje. Por este motivo se desarrolló un videojuego en formato aplicación (*app*) para dispositivos móviles con sistema operativo Android 6.0 o superior, el cual puede ser usado dentro y fuera del aula de clase (Figura 3). El videojuego presenta un mundo virtual llamado *Porcópolis* en el que el jugador debe procurar garantizar la vida de un cerdo y su bienestar a partir de actividades como alimentarlo, bañarlo, acariciarlo y componerle música. Al mismo tiempo hay una actividad conjunta entre los jugadores que consiste en vincular el dispositivo electrónico de dos jugadores para que interactúen, compartiendo el encuentro y relacionamiento de sus cerdos en una granja en la que comparten frutas para su alimentación. A través de este mundo virtual se pretende generar empatía con los animales usando un lenguaje que dialoga con la cultura visual de los estudiantes. Además, permite a los niños y jóvenes asumir papeles contextualizados, es decir que se enfrentan a desafíos como alimentar, compartir, aprender de su experiencia de juego y de los resultados de sus compañeros. Con esto se busca que los estudiantes tengan alta motivación por el logro, mayor tolerancia a la frustración y que mejoren su capacidad para tomar riesgos, resolver problemas y tomar decisiones.

### **c. Manual del estudiante**

Como herramienta de apoyo al manual del profesor, se presenta un manual para los estudiantes que incluye una narrativa sobre una civilización del futuro de seres quimera humano y porcino que realizan viajes



**Figura 3:** Ilustración del logo del videojuego y código para acceder a su tráiler  
**Autores:** semillero de desarrollo de videojuegos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia

en el tiempo para revivir la historia de su origen (Figura 4). Estos seres interactúan en diferentes momentos históricos y mitológicos con los humanos y en cada uno van identificando los roles de los seres sociales, dominantes y serviles, influidos por el prejuicio y los conflictos. En este manual se incluyen diferentes juegos y actividades que los estudiantes pueden desarrollar en el aula con el acompañamiento del profesor o de manera extracurricular.

#### **d. Cartilla para el estudiante**

Este material incluye cuentos, infografías y diferentes actividades que contextualizan y exponen problemas sobre los derechos y libertades de los animales silvestres y problemas medioambientales; además, presenta la emocionalidad en los animales y la necesidad de promover su cuidado y su bienestar. Es un material enfocado a la empatía como una forma de garantizar un mejor relacionamiento del ser humano con sus congéneres, con otros animales y un camino para la reconciliación con la naturaleza.



### 3.9.4. Etapa 4: elaboración de iteraciones de la transmedia gamificada.

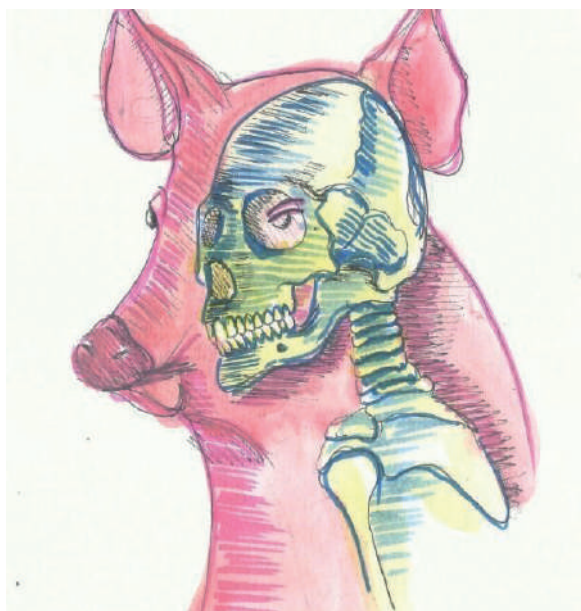
Para la construcción de los diferentes elementos de la transmedia gamificada se realizaron las siguientes etapas de producción: ideación, creación de los mundos virtuales, programación de un tamagotchi, desarrollo de minijuegos, desarrollo del módulo de música (compositor), desarrollo del módulo de interacción entre dispositivos y composición y producción de música original para las escenas.

El desarrollo de esta transmedia gamificada utilizó una metodología *Scrum*,<sup>2</sup> una metodología japonesa de organización de actividades y tareas en el desarrollo de un proyecto de esta naturaleza (Lei et al., 2017). Esta se adaptó a las necesidades específicas del proyecto a través de una serie de *sprints*<sup>3</sup> con entregas de actividades puntuales que se despliegan de cada tarea tomada de un tablero *Kanban*.<sup>4</sup>

## Discusión

A continuación, realizaremos una reflexión con el propósito de recuperar los aspectos metodológicos de la experiencia *Porcópolis* y expondremos la comprensión de las causas de lo sucedido, las particularidades y los factores claves en la experiencia.

- 
- 2 Es un proceso que permite abordar un conjunto de tareas con el fin de fomentar el trabajo colaborativo. Asimismo, pretende potenciar la coordinación de los equipos de trabajo y dar solución a las situaciones complejas que se puedan presentar en un proyecto.
  - 3 Dentro de la metodología *Scrum*, los *sprints* son los núcleos de trabajo basados en miniproyectos de no más de un mes de ejecución en los que se planifican los productos y objetivos. Al finalizar se realiza un *feedback*.
  - 4 Es una herramienta visual para la organización y gestión del trabajo, se divide en columnas que representan las fases del proyecto y el estado en el que se encuentran.



**Figura 4.** Ilustración de la quimera porcino humano, representación de la evolución tecnológica de la civilización y la naturaleza animal contenida en la inteligencia humana

**Autora:** Verónica Bermúdez

Cuando iniciamos este proceso en 2018 la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia no contaba con un acercamiento previo a una experiencia que articulara investigación entre disciplinas procedentes del arte, las ciencias humanas, las ciencias naturales y la ingeniería. Hacerlo requirió un abordaje transdisciplinario, un tema insólito en el contexto habitual de nuestro quehacer como investigadores de las ciencias agrarias en Colombia, por lo que ponerla en práctica en nuestros grupos de investigación exigió romper paradigmas.


Tocar diversas áreas del conocimiento articuladas armónicamente por problemas comunes hizo que la transdisciplinariedad trascendiera la postura jerárquica de la interdisciplina, transformando la estructura de



pensamiento de los actores y de las prácticas realizadas (Cohen & Lloyd, 2014). La intención tras el enfoque transdisciplinar fue superar la parcelación y fragmentación del conocimiento que reflejaban las disciplinas particulares y la consiguiente especialización y aislamiento reinante en las prácticas investigativas habituales, las cuales causan dificultad para comprender realidades complejas caracterizadas por la multiplicidad de sus nexos y de las interconexiones que las constituyen.

Al principio el equipo experimentó temor al error, al fracaso, al ridículo, al cuestionamiento por otros interlocutores desde otras miradas y desde sus saberes, situación que dificultó mover el engranaje y comenzar a actuar. El hecho de que la medicina veterinaria utilice un estilo de pensamiento basado en el método deductivo, cuyo razonamiento parte de observaciones generales para encontrar respuestas particulares, hizo aún más complejo el inicio de un emprendimiento dominado por un estilo de pensamiento inductivo. La presión de los colectivos disciplinares, que a modo de tribus urbanas observaron con curiosidad las actividades de los investigadores en formación, incrementó el miedo al fracaso. Sin embargo, el ejercicio de argumentación constante en espacios inusuales, la confianza y la motivación fueron herramientas que contribuyeron para aprender a manejar el temor. El equipo priorizó una cultura de aprendizaje amable, afectuoso y lúdico y rechazó los estereotipos de la amenaza y el chantaje propios de las posturas egocéntricas del trabajo monodisciplinar. Así, generamos un entorno amigable que no castigó el error; por el contrario, lo entendimos como una oportunidad para aprender y para adquirir herramientas para gestionar la derrota de manera útil. El cambio hacia el enfoque transdisciplinar promovió que los investigadores ejercieran una democracia desde el diálogo activo.

Las ideas y experiencias de estos actores permitieron el desarrollo de un acervo de capacidades policompetentes para adaptarse y derivar hacia



nuevas visiones de la realidad. Esto permitió realizar un análisis crítico de los hallazgos, formular nuevas preguntas con grado ascendente de complejidad y diseñar soluciones para los múltiples y variados problemas que surgieron. Las preguntas y reflexiones no se realizaron desde el aislamiento de las disciplinas, sino desde la necesidad del conocimiento requerido en cada momento. Esto propició ejercicios de metaanálisis que generaron nuevas deliberaciones frente a la intencionalidad y pertinencia de nuestro proceder.

Durante el proceso se dio prelación al razonamiento inductivo (Woiceshyn & Daellenbach, 2018), partiendo de la hipótesis de que a partir de una evidencia singular surgía la posibilidad de una conclusión general que se expresaba en términos de probabilidades, tendencias o posibilidades, aunque inicialmente estas últimas no permitieran afirmar nada de manera contundente. Esta forma de razonamiento fue valiosa pues incorporó la creatividad y permitió arriesgar conclusiones innovadoras que, si bien no eran fácilmente demostrables, podían someterse a consideraciones, pruebas y mecanismos de validación que posteriormente condujeron a resultados verificables. El método sirvió para expandir el conocimiento sobre la realidad compleja estudiada.

Los pasos del método inductivo se aplicaron de la siguiente manera: inicialmente se observaron los fenómenos de interés, luego se establecieron patrones posibles. Esto significa que, a partir de la comparación de los datos, se buscó en ellos alguna relación o indicio que resultara revelador o que fuera lo suficientemente común para suponerlo general. Finalmente, basándonos en los patrones trazados, se construyeron conclusiones generalizadoras que dieron cuenta de todos los posibles fenómenos similares. Esta estrategia también se utilizó para la creación de las obras musicales que constituyen el programa de enriquecimiento ambiental para porcinos y del videojuego *Porcópolis*.



La creación articuló y catalizó el desarrollo de una obra musical desde diferentes medios y laboratorios a partir de la noción de la autorreferencia, entendida como un sistema de apropiación del conocimiento basado en la relación creación-investigación. El proceso creativo fue semiestructurado y flexible y se modificó y construyó de manera simultánea con el proceso investigativo, del cual se retroalimentó. Así, no se trató de un proceso lineal, sufrió modificaciones propias del proceso de improvisación y de exploración creativa, características que en ningún momento significaron falta de rigurosidad sino, más bien, una forma de reflexión, análisis y observación creativa.

Este abordaje transdisciplinario, que implicó la creación artística y la generación de una tecnología para producir música con efectos verificables sobre el bienestar, la salud y la productividad animal, transitó desde la musicalidad y sus orígenes biológicos, hacia el efecto de la música sobre las emociones, pasando por estudios comparativos entre humanos y animales e incluso por una exploración de la naturaleza emocional de la violencia.

Nuestro punto de llegada fue la creación de una *spin-off* para generar soluciones tecnológicas y *Porcópolis*, un programa educativo para fomentar habilidades sociales, empatía por los animales, bienestar y construcción de paz en niños y jóvenes. Continuaremos articulando estos emprendimientos y creando valor compartido con la comunidad, los futuros empleados, profesionales y empresarios del sector agrario colombiano, pero en especial en merced de los animales que estarán bajo su responsabilidad.

## Agradecimientos

Damos las gracias a MinCiencias y Créame por el acompañamiento y los recursos financieros para la creación de nuestra *spin-off*. A la oficina de



Gestión Tecnológica, al Fondo de Innovación, al Comité de Desarrollo de Investigación (CODI) y a la vicerrectoría de docencia de la Universidad de Antioquia por su apoyo financiero y humano. A la administración de la Facultad de Ciencias Agrarias, al Departamento de Formación de Haciendas y su personal por la ayuda logística. Al profesor Ariel Tarazona de la Universidad Nacional de Colombia y a los investigadores Yadira Iburgüen de la Universidad de Orleans y Alexandre Surguet de la Universidad de Tours en Francia por su apoyo y consejo constante.

## Referencias bibliográficas

- Barrio Alonso, C. (2008). La apropiación social de la ciencia: nuevas formas. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 4(10), 213-225.
- Byrne, R. W., & Whiten, A. (1988). *Machiavellian intelligence: social expertise and the evolution of intellect in monkeys, apes, and humans*. Oxford University Press.
- Bradbury, H., Falkembach, E. & Carillo, A. T. (2017). Systematization of Experiences: A Practice of Participatory Research from Latin America. In *The SAGE Handbook of Action Research*. <https://doi.org/10.4135/9781473921290.n8>
- Brefczynski-Lewis, J. A. & Lewis, J. W. (2016). Auditory object perception: A neurobiological model and prospective review. *Neuropsychologia*, April, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.04.034>
- Broom, D. M., Sena, H. & Moynihan, K. L. (2009). Pigs learn what a mirror image represents and use it to obtain information. *Animal Behaviour*. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.07.027>
- Burke, B. (2012). Gamification 2020: what is the future of gamification. *Gartner, Inc.*, Nov, 5.
- Cohen, E. & J. Lloyd, S. (2014). Disciplinary Evolution and the Rise of the Transdiscipline. *Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline*. <https://doi.org/10.28945/2045>
- Conrad, C. (2010). Music for healing: From magic to medicine. *The Lancet*, 376(9757), 1980–1981. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)62251-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62251-9)
- DeLisle, S. & Ilte-Clark, C. (2011). *Humane education: A way to empower youth, enhance humane behaviors, and promote animal welfare*. Silhouettes, (3).

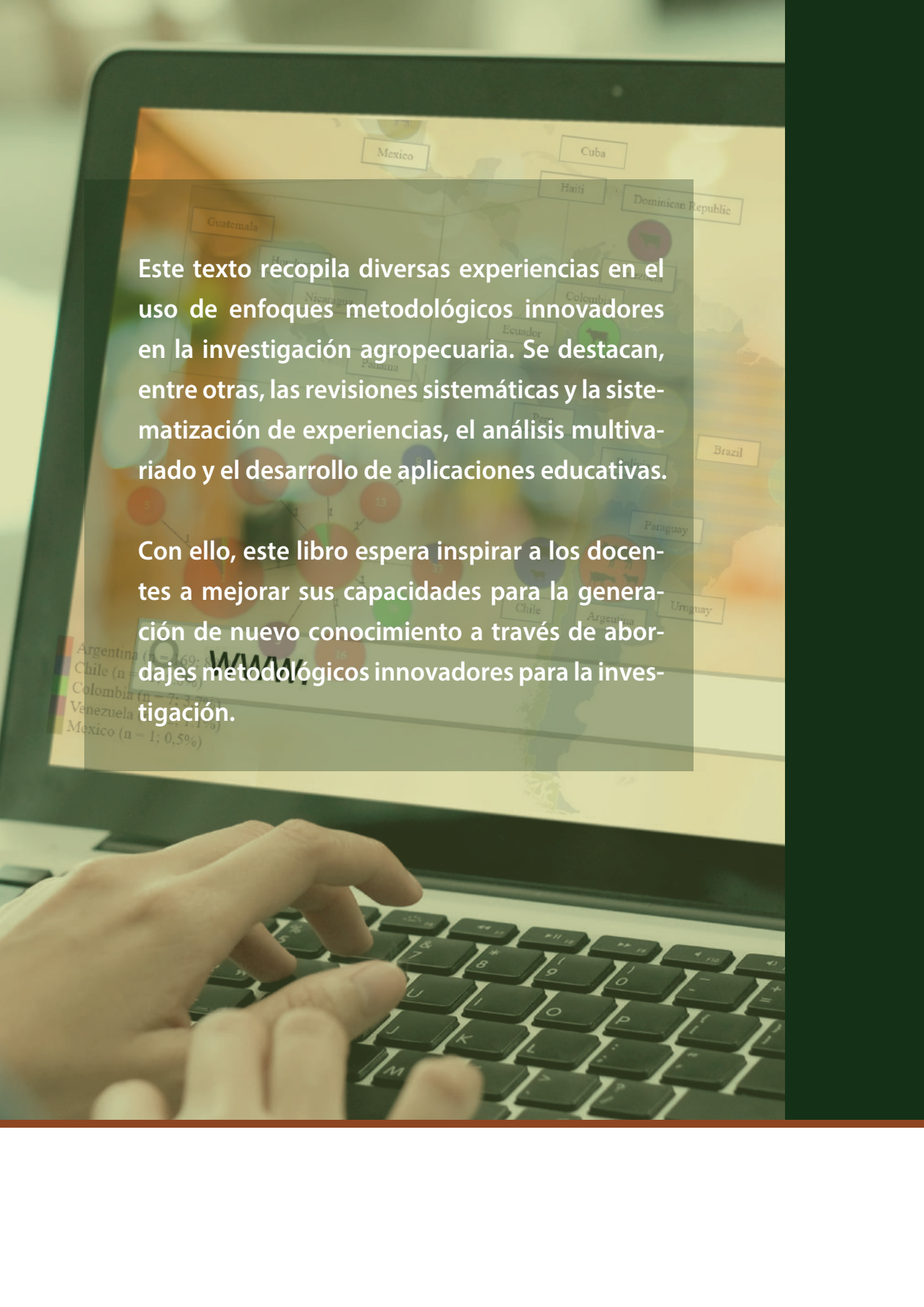


- Duque, A.S. (2021). *Efecto del enriquecimiento sensorial con estímulos sonoros, sobre las manifestaciones clínicas, las lesiones anatomopatológicas y parámetros*. [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia]. <http://hdl.handle.net/10495/19602>
- Fitch, W. T. (2015). Four principles of bio-musicology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0091>
- Fortin, L. & Favre, D. (1999). Caractéristiques psychosociales et cibles de la violence d'élèves français et canadiens du secondaire. *Enfance*, 52(2), 171–189. <https://doi.org/10.3406/enfan.1999.3138>
- Hoeschele, M., Merchant, H., Kikuchi, Y., Hattori, Y. & ten Cate, C. (2015). Searching for the origins of musicality across species. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 370(1664), 20140094. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0094>
- Hoffman, M. L. (2000). *Empathy and moral development: Implications for caring and justice*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511805851>
- Jona-Lasinio, C., Manzocchi, S. & Meliciani, V. (2019). Knowledge based capital and value creation in global supply chains. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.07.015>
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S. & Pal, D. (2015). Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science & Technology*. <https://doi.org/10.9734/bjast/2015/14975>
- Lei, H., Ganjezadeh, F., Jayachandran, P. K. & Ozcan, P. (2017). A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2015.12.001>
- Lind, N. M., Moustgaard, A., Jelsing, J., Vajta, G., Cumming, P. & Hansen, A. K. (2007). The use of pigs in neuroscience: Modeling brain disorders. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 31(5), 728–751. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2007.02.003>
- Lindig, A. M., McGreevy, P. D. & Crean, A. J. (2020). Musical dogs: A review of the influence of auditory enrichment on canine health and behavior. In *Animals*. <https://doi.org/10.3390/ani10010127>
- Marino, L. & Colvin, C. M. (2015). *Thinking pigs: A comparative review of cognition, emotion, and personality in Sus domesticus*. International Journal of Comparative Psychology.
- Mithen, S. (2007). *The Singing Neanderthals: The Origins of Music, Language, Mind, and Body*. Harvard University Press.
- NASA. (2015). Definition Of Technology Readiness Levels. *NASA Technology Readiness Level*.

- Nicoll, K., Samuels, W. E., & Trifone, C. (2008). An in-class, humane education program can improve young students' attitudes toward animals. *Society & Animals*, 16(1), 45-60.
- Nikolsky, A. (2020). The pastoral origin of semiotically functional tonal organization of music. *Frontiers in psychology*, 11, 1358. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01358>
- Newberry, M. (2017). Pets in danger: Exploring the link between domestic violence and animal abuse. *Aggression and Violent Behavior*. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2016.11.007>
- Pabón, R. (2018). Apropiación social del conocimiento: una aproximación teórica y perspectivas para Colombia. *Educación y Humanismo*, 20(34), 116-139.
- Patel, A. D. (2010) Music, Biological Evolution, and the Brain. En Melissa Bailar (Ed.) *Emerging Disciplines: Shaping New Fields of Scholarly Inquiry in and beyond the Humanities* (1° ed., Vol. 1. 41-64). Rice University Press.
- Paul, E. S., Harding, E. J. & Mendl, M. (2005). Measuring emotional processes in animals: The utility of a cognitive approach. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29(3), 469–491. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.01.002>
- Paul, E. S., Sher, S., Tamietto, M., Winkielman, P. & Mendl, M. T. (2020). Towards a comparative science of emotion: Affect and consciousness in humans and animals. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.11.014>
- Pinheiro, P.S. (2006). *Informe mundial sobre la violencia contra los niños*. Naciones Unidas. Disponible en: [https://violenceagainstchildren.un.org/sites/violenceagainstchildren.un.org/files/document\\_files/world\\_report\\_on\\_violence\\_against\\_children\\_sp.pdf](https://violenceagainstchildren.un.org/sites/violenceagainstchildren.un.org/files/document_files/world_report_on_violence_against_children_sp.pdf)
- Sanders, C. R. (2003). Actions Speak Louder than Words: Close Relationships between Humans and Nonhuman Animals. *Symbolic Interaction*, 26(3), 405–426. <https://doi.org/10.1525/si.2003.26.3.405>
- Sueur, C. & Pelé, M. (9 de marzo de 2018). *Lien entre violence domestique et violence sur animaux*. La Fondation Droit Animal. <https://www.fondation-droit-animal.org/96-lien-entre-violence-domestique-et-violence-sur-animaux/>
- Thompson, K. L. & Gullone, E. (2003). Promotion of empathy and prosocial behaviour in children through humane education. *Australian Psychologist*, 38(3), 175-182.
- Thompson, K. & Gullone, E. (2006). An investigation into the association between the witnessing of animal abuse and adolescents' behavior toward animals. *Society & Animals*, 14(3), 221-243.



- Root-Bernstein, M., Narayan, T., Cornier, L. & Bourgeois, A. (2019). Context-specific tool use by *Sus cebifrons*. *Mammalian Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2019.08.003>
- Straw, W. (2017). The Mediated City: The News in a Post-Industrial Context. *Journal of Communication*. <https://doi.org/10.1111/jcom.12309>
- Vargas García, D. (2015). Las TIC en la educación. *Plumilla Educativa*. <https://doi.org/10.30554/plumillaedu.16.1598.2015>
- Viñas, N. Q. (2008). Violencia Hacia Animales por Menores... ¿Cosas de Niños?. *Rev. Bioética & Derecho*, 13(12)
- Virla, M. Q. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Telos*, 12(2), 248-252.
- Walter, A., Auer, M, & Ritter, T. (2006). The impact of network capabilities and entrepreneurial orientation on university spin-off performance. *Journal of Business Venturing*. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2005.02.005>
- Whiten, A., & Byrne, R. W. (Eds.). (1997). *Machiavellian intelligence II: Extensions and evaluations*. Cambridge University Press.
- Woiceshyn, J. & Daellenbach, U. (2018). Evaluating inductive vs deductive research in management studies. *Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/qrom-06-2017-1538>
- de Waal, F. B. (2007). Do animals feel empathy? *Scientific American Mind*, 18(6), 28-35.
- Zapata Cardona, J., Ceballos, M. C., Tarazona Morales, A. M., David Jaramillo, E., & Rodríguez, B. de J. (2022). Music modulates emotional responses in growing pigs. *Scientific Reports*, 12(1), 3382. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07300-6>



Este texto recopila diversas experiencias en el uso de enfoques metodológicos innovadores en la investigación agropecuaria. Se destacan, entre otras, las revisiones sistemáticas y la sistematización de experiencias, el análisis multivariado y el desarrollo de aplicaciones educativas.

Con ello, este libro espera inspirar a los docentes a mejorar sus capacidades para la generación de nuevo conocimiento a través de abordajes metodológicos innovadores para la investigación.

Argentina (n = 169; 8,1%)  
Chile (n = 169; 8,1%)  
Colombia (n = 7; 0,3%)  
Venezuela (n = 1; 0,05%)  
Mexico (n = 1; 0,05%)