

Diseño de un curso de pensamiento computacional para estudiantes de artes y humanidades en una universidad colombiana*



Investigación

Recepción: 31 de enero de 2024
Aceptación: 12 de junio de 2024
Publicación: 28 de febrero de 2026

Santiago Ojeda-Ramírez

University of California, Irvine (Estados Unidos)
<https://orcid.org/0000-0003-2044-7486>

Carola Hernández

Universidad de los Andes, Bogotá (Colombia)
<https://orcid.org/0000-0002-4062-9140>

Resumen

Estudiar cómo se enseña y se aprende programación se ha vuelto cada vez más relevante en espacios académicos universitarios, sobre todo ante ofertas curriculares interdisciplinarias como las artes electrónicas y las humanidades digitales. Este estudio utiliza un modelo de investigación crítico y participativo para analizar cómo se usan y se desarrollan las habilidades de pensamiento computacional (PC) en los estudiantes de programas de Artes y Humanidades y propone un curso de introducción a este proceso de pensamiento, diseñado específicamente para este contexto. Los datos sometidos a análisis se obtuvieron de entrevistas a profesores de la Facultad sobre conocimiento, aprendizaje y uso del PC, y artefactos como pruebas de PC y reflexiones dentro de un curso virtual de introducción al PC. El curso cubrió conceptos de PC y se estructuró en una transición desde

* El presente artículo fue parte de la tesis para optar al grado de magíster en Humanidades Digitales de la Universidad de los Andes. No contó con financiación y no existe ningún conflicto de intereses por revelar. La contribución de los autores en la elaboración del escrito se dio de la siguiente manera: Santiago Ojeda-Ramírez aportó en el diseño, la recolección de datos, la interpretación y el análisis, y la escritura; y Carola Hernández en el diseño, la interpretación y análisis, y la escritura. La correspondencia relativa a este trabajo debe dirigirse a Santiago Ojeda-Ramírez: sojedara@uci.edu.



actividades como la codificación, decodificación y creación de poemas con algoritmos hasta la marcación de texto con HTML, para finalmente llegar a la programación introductoria utilizando Processing en p5.js. Entre los profesores de la Facultad destacó la creencia de que el PC se desarrolla mediante el uso de software de edición y gestión de datos. Los resultados del curso muestran que, al inicio, los estudiantes tenían un bajo desempeño en PC, pero, a lo largo del curso, su rendimiento en las pruebas mejoró de manera significativa. Esta investigación concluye que el aprendizaje del PC en la Facultad de Artes y Humanidades de una universidad privada colombiana puede robustecerse mediante un curso introductorio como el propuesto.

Palabras clave

arte, educación, educación STEAM, educación superior, humanidades, pensamiento computacional, programación.

Design of a Computational Thinking Course for Arts and Humanities Students at a Colombian University

Abstract

Studying how programming is taught and learned has become increasingly relevant in university academic spaces, especially in the face of interdisciplinary curriculum offerings such as electronic arts and digital humanities. This study uses a critical and participatory research model to analyze how Computational Thinking (CT) skills are used and developed in students from Arts and Humanities programs and proposes an introductory CT course specifically designed for this context. The data was obtained from interviews with Faculty professors about knowledge, development, and use of CT, and artifacts such as CT tests and reflections within a virtual Computational Thinking introductory course. The course addressed CT concepts and was structured around a transition from activities such as coding, decoding, and creating poems with algorithms, through text marking with HTML, to introductory programming using Processing in p5.js. The Faculty hold the belief that CT is developed through the use of data editing and management software. The course results show that, initially, students had low performance in CT, but, throughout the course, student performance in tests improved significantly. This research concludes that the development of CT in the Faculty of Arts and Humanities of a private Colombian university can be strengthened through an introductory course like the one proposed.

Keywords

art, computational thinking, education, higher education, humanities, programming, STEAM education.

Design de um curso de pensamento computacional para estudantes de artes e humanidades em uma universidade colombiana

Resumo

Estudar como se ensina e se aprende programação tornou-se cada vez mais relevante em espaços acadêmicos universitários, especialmente diante de ofertas curriculares interdisciplinares como as artes eletrônicas e as humanidades digitais. Este estudo utiliza um modelo de investigação crítico e participativo para analisar como se usam e se desenvolvem as habilidades de pensamento computacional (PC) nos estudantes de programas de Artes Humanidades e propor um curso de introdução ao PC desenhado



específicamente para este contexto. Os dados analisados foram obtidos a partir de entrevistas com professores da Faculdade sobre conhecimento, desenvolvimento e uso do PC, e artefatos como testes de PC e reflexões dentro de um curso virtual de introdução ao PC. O curso incluiu conceitos de PC e foi estruturado numa transição de atividades como a codificação, decodificação e criação de poemas com algoritmos até a marcação de texto com HTML, para finalmente chegar à programação introdutória utilizando Processing em p5.js. Entre os professores da Faculdade, destacou-se a crença de que o PC se desenvolve por meio do uso de softwares de edição e gestão de dados. Os resultados do curso mostram que inicialmente os estudantes tinham um desempenho baixo em PC, mas ao longo do curso o desempenho dos estudantes nos testes melhorou significativamente. Esta pesquisa conclui que o desenvolvimento do PC na Faculdade de Artes e Humanidades de uma universidade privada colombiana pode ser fortalecido através de um curso introdutório como o proposto.

Palavras-chave

arte, humanidades, educação, educação STEAM, educação superior, pensamento computacional, programação.

Introducción

A medida que las tecnologías computacionales avanzan e impregnan cada aspecto de la sociedad, es fundamental que exista un dominio generalizado de estas por parte del público. Tal necesidad no solo se arraiga en la creciente importancia de la alfabetización computacional, sino también en la comprensión de las posibilidades creativas y expresivas de los computadores, así como en las consecuencias sociales y políticas que conllevan las tecnologías computacionales (Kafai *et al.*, 2019). Jeanette Wing (2006) propone el pensamiento computacional (PC) como la habilidad para resolver problemas usando técnicas y enfoques basados en algoritmos computacionales. Ella considera que la alfabetización computacional debe ser parte de la capacidad analítica de cada individuo, al mismo nivel que la lectura, la escritura y la aritmética (2006). Sin embargo, Kafai *et al.* (2019) han delimitado y propuesto nuevas aproximaciones para la alfabetización computacional que van más allá de la mera funcionalidad técnica, pues abarcan las implicaciones más amplias de los computadores en la sociedad.

Así, con el fin de diversificar la forma de enseñar y aprender PC, algunas propuestas, como STEAM, que cubre la intersección entre las disciplinas STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas) y las artes, han emergido y provocado cambios significativos en prácticas establecidas en STEM que de otro modo serían inmutables o de lenta evolución, tal como la participación de mujeres en computación (Peppler y Wohlwend, 2018). Esto se ha entendido a través de la teoría de nexus (Wohlwend, 2013), que postula cómo la convergencia de distintos nexos puede revolucionar prácticas disciplinares. Este fenómeno también podría manifestarse en la interacción entre la computación y las humanidades con el desarrollo de campos interdisciplinarios como las humanidades digitales, que tienen al PC como una habilidad esencial (Berry y Fagerjord, 2017). Por tanto, la integración de la computación con las artes y humanidades resulta beneficiosa para estas últimas, a la vez que revitaliza y desafía las prácticas establecidas en el campo de la informática. Además, Mejias *et al.* (2021) sostienen que la enseñanza conjunta de STEM y artes bajo el modelo STEAM podría, además de incrementar el aprendizaje en ambas disciplinas, avanzar el estado del conocimiento en ambas. De esta manera, capacitar a artistas y humanistas en computación constituye un esfuerzo por contextualizar el aprendizaje de alfabetización computacional y enriquece los campos respectivos contribuyendo al avance de la computación, las artes y las humanidades.



En cuanto a los esfuerzos prácticos para integrar el PC en los contextos de artes y humanidades, se han propuesto varias iniciativas significativas. Caskurlu *et al.* (2022) identificaron tres enfoques para integrar el PC en la enseñanza de estudios sociales, artes y lenguaje en la educación media, que incluyen desde la creación de obras artísticas mejoradas con medios de esta misma categoría. hasta el análisis crítico de obras de arte usando métodos computacionales. Guzdial (2023) presenta cómo la Universidad de Michigan está abordando este desafío desarrollando cursos específicos para estudiantes de Artes y Humanidades. En estos cursos, la programación se contextualiza en torno al lenguaje y la manipulación de imágenes digitales, lo que les permite a los estudiantes explorar la computación de manera relevante y atractiva. Estas iniciativas demuestran cómo la programación y el PC pueden contextualizarse de forma efectiva para involucrar a estudiantes en campos que no se suelen asociar con la informática, con lo cual se fomenta un interés más amplio y una mayor autoeficacia en la programación. Sin embargo, en contextos latinoamericanos como el colombiano aún queda mucho por entender sobre cómo diversificar y mejorar la enseñanza y aprendizaje del PC (Álvarez, 2024; Espinal *et al.*, 2023).

En este artículo, profundizaremos en cómo desarrollar habilidades de PC en estudiantes de artes y humanidades dentro de un contexto universitario colombiano desde la perspectiva sociocultural del aprendizaje. Esta aproximación se nutre de la teoría de la psicología histórico-cultural de Vygotsky (1980) y de la propuesta de Lave y Wenger (1991) sobre el aprendizaje como participación en comunidades de práctica. Así, consideraremos el aprendizaje como un proceso social en el que los individuos, participando activamente en prácticas culturales y sociales, adquieren conocimientos y habilidades a través de la colaboración y la interacción con otros miembros de la comunidad.

Nos posicionamos junto a figuras académicas como Koh (2014), Berry y Fagerjord (2017) y Guzdial (2023a), quienes argumentan que el PC se utiliza en diversas prácticas de las artes y las humanidades y que es fundamental considerar cómo se desarrolla en entornos educativos enfocados en formar artistas y humanistas. La investigación está guiada por la siguiente pregunta: ¿Cómo se puede diseñar e implementar un curso en el que estudiantes de artes y humanidades de una universidad colombiana aprendan pensamiento computacional? Este enfoque busca enriquecer la comprensión teórica del PC en contextos no tradicionales y proporcionar una guía práctica para su implementación efectiva en el ámbito educativo.

Metodología

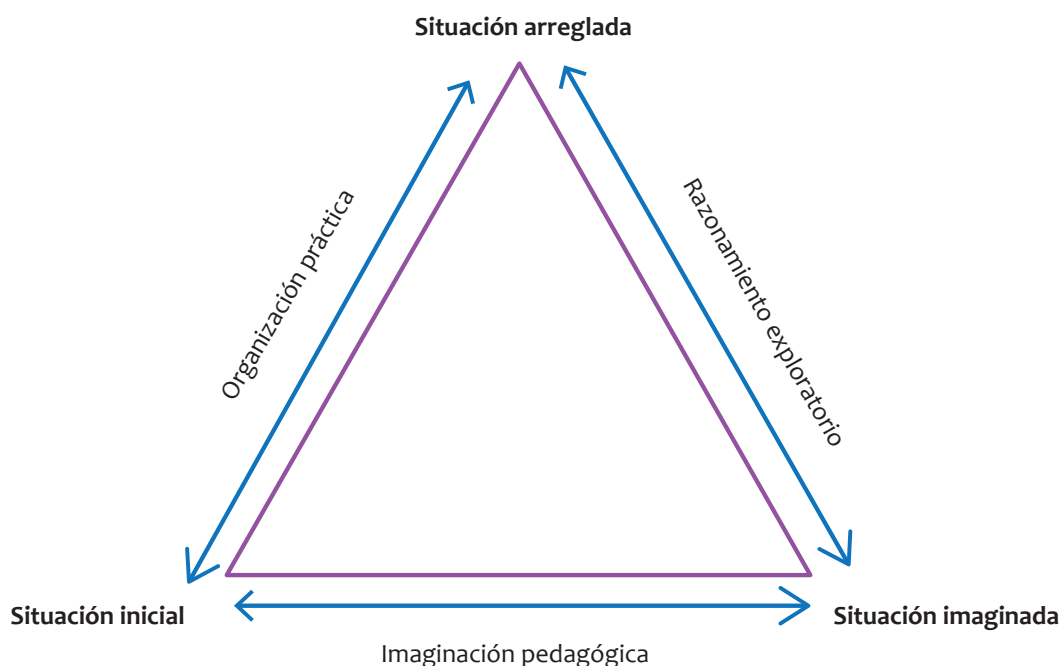
La investigación actual se enmarca en un enfoque cualitativo, alineado con el modelo de investigación crítica propuesto por Skovsmose y Borba (2004), según Rubio y Hernández (2022), y se centra en una reflexión crítica sobre las prácticas pedagógicas con el objetivo de inducir cambios positivos en el aula. Lo anterior implica que, aunque los resultados disciplinares no son necesariamente replicables en diferentes entornos educativos, utilizar esta metodología proporciona un alto grado de rigor que permite dar cuenta de los resultados obtenidos. Por ejemplo, Rubio y Hernández (2022) rediseñaron un curso de física implementando una evaluación formativa. Este enfoque permitió una mayor integración de la teoría y la práctica en el aula, en la medida en que promovió la reflexión continua y el ajuste de las estrategias de enseñanza para mejorar la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes.

La investigación crítica, según Skovsmose y Borba (2004), busca modificar tanto la realidad observada como la metodología empleada, centrándose en lo que podría ser diferente en un contexto específico. Esto

contrasta con el paradigma positivista, ya que implica una negociación constante entre investigadores para transformar la realidad. El modelo de Skovsmose y Borba se basa en un triángulo analítico de cooperación y negociación entre docentes e investigadores, con tres situaciones secuenciales interconectadas por procesos de interrelación y negociación, como se muestra en la figura 1.

La metodología de Skovsmose y Borba define tres etapas para la transformación educativa. Empieza con la situación inicial, donde se identifican aspectos de la realidad educativa que se propone cambiar. La siguiente fase, la situación imaginada, refleja los ideales pedagógicos del docente. Aquí interviene la imaginación pedagógica, un proceso mediante el cual los actores, con sus conocimientos prácticos y deseos personales de mejora, colaboran con los investigadores, quienes aportan conocimiento teórico, para crear alternativas de cambio en la práctica educativa. La etapa final es la situación arreglada, que ajusta los planes iniciales a las limitaciones prácticas equilibrando los ideales con la realidad. Esta última concluye con el razonamiento exploratorio, una reflexión colectiva que integra lo imaginado y lo arreglado, para extraer aprendizajes y mejorar la práctica pedagógica. Así, la situación arreglada constituye, a su vez, una situación inicial en la que puede comenzar un nuevo ciclo de investigación crítica.

Figura 1. Representación analítica del modelo de investigación crítica adaptada de Skovsmose y Borba (2004)



Fuente: elaboración propia.

Dado que la investigación crítica busca tanto reportar los resultados como también evidenciar el proceso para llegar a ellos, planteamos diferentes tipos de instrumentos para la recolección de información. Estos incluyen una prueba previa y posterior sobre PC e instrumentos convencionales de investigación cualitativa, como encuestas y entrevistas semiestructuradas a ocho profesores de la Facultad, cada



una con ocho preguntas y una duración promedio de 30 minutos, cuyo protocolo se puede ver en el anexo 4. Los profesores fueron reclutados y seleccionados mediante el método de muestreo en bola de nieve (*snowball sampling*), lo que permitió acceder a participantes con perfiles específicos gracias a recomendaciones provistas por ellos mismos (Biernacki y Waldorf, 1981). Estas pruebas y las preguntas de reflexión fueron adaptadas de Buitrago-Flores (2021) y se clasificaron fácilmente dado que contienen ítems de selección múltiple o de contestar con una respuesta exacta. Además, se utilizaron diarios de campo y se realizaron observaciones. La tabla 1 presenta los instrumentos empleados, su propósito y el tipo de información que proporcionaron a la investigación.

Tabla 1. Instrumentos de recolección de datos empleados

Instrumento	Descripción
Entrevistas a profesores de la Facultad de Artes y Humanidades	Consolidaron la situación inicial y la situación imaginada. Sirvieron como evidencia del estado actual de la enseñanza y aprendizaje de PC en el punto de partida, así como las concepciones y percepciones de los profesores sobre PC.
Diario de campo	Permitió documentar la experiencia de uno de los investigadores durante la recolección de datos y a través de todo el proceso de investigación.
Reflexiones de los estudiantes	Resultaron del ejercicio de reflexión y retroalimentación que los estudiantes registraron por escrito al final de cada clase del curso diseñado. Se utilizaron para documentar la situación arreglada y el razonamiento exploratorio.
Artefactos creados por los estudiantes durante las clases	Las clases fueron grabadas para evidenciar las construcciones de los estudiantes, así como su socialización.
Pruebas pre y pos	Los estudiantes realizaron test en la primera y última sesión del curso con el fin de identificar los aprendizajes realizados (n=20). Estas pruebas fueron tomadas y adaptadas de Buitrago Flórez (2018).

Fuente: elaboración propia.

De la información recolectada a partir de entrevistas transcribimos solamente fragmentos relevantes para la construcción de la situación inicial y la situación imaginada. Respecto a la información obtenida a través de la grabación de clases, se aportó una descripción detallada de los aspectos relevantes para el análisis en la situación arreglada; aquí también se incluyeron extractos de reflexiones o participaciones escritas por los estudiantes como parte de los ejercicios del curso. Los veinte estudiantes que participaron fueron reclutados a través de una difusión por correo electrónico dirigida a todos los estudiantes de la Facultad de Artes y Humanidades, y todos se inscribieron de manera voluntaria. Los participantes completaron la posprueba y presentaron por escrito sus reflexiones y observaciones sobre los diferentes ejercicios.

La información cualitativa se analizó a partir de un enfoque deductivo que, según Saldaña (2016), es un proceso de análisis cualitativo en el cual se parte de un conjunto predefinido de códigos o categorías, generalmente basado en un marco teórico o en las preguntas de investigación, para clasificar y analizar los datos. Nuestras categorías fueron (i) uso del PC en las prácticas humanísticas o artísticas, y (ii) aprendizaje de PC. En cuanto a la primera, entendimos uso como hacer servir una cosa para algo y ejecutar o practicar algo de forma habitual o por costumbre (Diccionario de la Real Academia Española, s. f.). Utilizamos esta categoría para analizar las prácticas propias de las humanidades y las artes en las que se usa el PC con propósitos específicos. Esta metodología cualitativa y deductiva permite extraer y analizar instancias específicas que reflejan profundamente el fenómeno estudiado. Así, hemos seleccionado ejemplos representativos que ilustran cómo las categorías de análisis se manifiestan en las experiencias de los participantes y hemos explorado la naturaleza de estas experiencias y cómo reflejan los objetivos de aprendizaje planteados en el curso.

Referentes en el estudio de la enseñanza y el aprendizaje del PC entienden el aprendizaje de este tipo de pensamiento como subsecuente al aprendizaje de las habilidades que lo caracterizan (Brennan y Resnick, 2012; Buitrago Flórez *et al.*, 2018). Utilizamos esta categoría para analizar información relacionada con escenarios o prácticas en que los actores aumentan o mejoran estas habilidades. La investigación crítica plantea, desde una mirada ética, investigar con las personas y no sobre ellas, por lo cual se siguieron los principios de confidencialidad y el consentimiento voluntario de los participantes. En las siguientes secciones presentamos los resultados a través de una narrativa que sigue las situaciones analíticas y las relaciones entre ellas de manera que el lector evidencie el ciclo completo de transformación del proceso educativo.

Se garantizó la credibilidad de los datos cualitativos mediante un proceso de triangulación en el que los hallazgos para las categorías de análisis fueran respaldados por diferentes fuentes de datos. Por ejemplo, buscamos evidencias del aprendizaje de PC mediante no solo las pruebas y reflexiones, sino también los artefactos computacionales que los estudiantes crearon durante el curso (figuras 2, 3 y 4).

Resultados

Alineándonos con la tradición de la investigación crítica de Skovsmose y Borba (2004), escribiremos una breve introducción sobre la posicionalidad del investigador y su historia como actor en el contexto social objeto de investigación. Además, ante la pregunta que conduce el estudio sobre cómo se puede diseñar e implementar un curso, la investigación crítica propone que la respuesta subyace en la narración del proceso de investigación. Por ende, dentro de los resultados incluimos un recuento desde la situación inicial, que comprende conjeturar posibilidades de mejora desde la revisión de literatura y la observación del estado inicial del contexto educativo, pasando por la situación imaginada, en la que participantes e investigadores conceptualizan juntos, hasta la implementación final, que se describe en la situación arreglada.

Situación inicial

Cursando su maestría en Humanidades Digitales, uno de los investigadores colaboró en un grupo de investigación sobre poesía colombiana enfocado en digitalizar y analizar la obra de una poeta colombiana. En ello desarrolló un taller de marcado de texto utilizando HTML y CSS que tuvo gran acogida entre los



estudiantes de Artes y Humanidades. Además, el investigador percibió un interés por aprender la estructura general de la programación, independientemente del lenguaje, entre sus compañeros de maestría. De esta manera, se interesó en el aprendizaje de PC entre estudiantes de estas disciplinas, inspirado también por la coinvestigadora de este proyecto y por la tesis doctoral de Francisco Buitrago (Buitrago Flórez *et al.*, 2018).

Al explorar, referentes sobre integración de la enseñanza de la programación y la enseñanza de las artes, encontramos que Peppler y Kafai (2005) resaltaron que, en el contexto del aula de artes, la enseñanza de la programación rara vez se enfatiza a pesar de su crucial importancia para la expresión creativa en medios digitales. En su investigación extensiva en un estudio digital donde los jóvenes tuvieron acceso a entornos de programación centrados en gráficos, música y video, destacaron la esencialidad del aprendizaje del lenguaje de codificación creativa para la expresión en medios digitales, un campo de creciente importancia para los jóvenes y la sociedad en general. Argumentaron que también en la experiencia constructiva (o de codificación) se pueden establecer conexiones con el arte, y no solo en la visualización o interacción con medios digitales. Varios enfoques también fomentaron el PC a través de ambientes de aprendizaje interactivo y creativo, y extendieron su aplicación a la educación musical, ámbito en el que integraron prácticas pedagógicas que combinaban PC, imaginación y creatividad (Greher y Heines, 2014; Ruthmann *et al.*, 2010). Además, la inclusión del PC en las artes apoyó el enfoque STEAM al integrar ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas para explorar y desarrollar habilidades computacionales en contextos creativos y musicales (Bell y Bell, 2018; Gorson, 2017), lo cual permite reforzar la idea de que la codificación es un medio esencial para la exploración artística y la expresión creativa en la era digital.

Además de revisar la literatura, para entender mejor el contexto de esta situación inicial se condujeron entrevistas semiestructuradas con ocho profesores de la Facultad en las que se preguntó por acciones realizadas en sus clases que consideraran importantes dentro de la alfabetización tecnológica de los estudiantes, actividades que fomentaran el uso de computadores y procesos mentales relacionados con computación. En primer lugar, encontramos que algunos profesores asignan ejercicios sobre búsqueda, organización y presentación de información, por ejemplo, “un ejercicio metodológico de pensar en [una] investigación basada en datos para humanidades”. [Debían] trabajar con esa base de datos que ya existe y empezar a limpiar y depurarla para dejar solamente los datos concernientes” (profesor 1).

Otros profesores destacaron el aprendizaje y uso de herramientas computacionales para procesar medios sonoros o visuales y también para que los estudiantes puedan expresarse a través de ellos, y solo un profesor mencionó ellos, el aprendizaje de lenguajes de programación o marcado de texto. De esta manera, el análisis de información evidencia que el aprendizaje de PC en la Facultad de Artes en la situación inicial ocurre mediante el uso de herramientas para el manejo de datos, edición de medios audiovisuales y, en casos particulares de aprendizaje, lenguajes de programación. Así mismo, falta una mirada más profunda y crítica que lleve a comprender el PC como una habilidad transdisciplinar que da soporte a formas de expresión artísticas a través de la creación computacional y que al mismo tiempo permite un análisis crítico de las tecnologías.

Situación imaginada

En el siguiente paso en la investigación se puso en práctica la imaginación pedagógica, buscamos alternativas para transformar el aprendizaje del PC en la Facultad de Artes y Humanidades que estuvieran enriquecidas por las experiencias y conocimientos de los actores en el contexto. Por eso, desde una perspectiva sociocultural de la educación, es natural proponer que los estudiantes se involucren en experiencias de aprendizaje que

los familiaricen con el uso del PC en prácticas humanísticas y artísticas. Estas experiencias permitirían que los estudiantes adquirieran habilidades, lenguajes y conocimientos asociados a esas prácticas específicas (Sutherland et al., 2005).

Por último, es importante notar que la perspectiva sociocultural del aprendizaje permite y contempla que los estudiantes, profesores e investigadores lleven a cabo procesos de reflexión para asegurar la calidad del aprendizaje y la enseñanza. Esto nos llevó a imaginar un curso en el que los estudiantes reflexionen de manera constante sobre lo que ocurre en las clases y sobre cómo esto los está llevando a desarrollar las habilidades propuestas.

Imaginamos el curso respondiendo a los hallazgos de la situación inicial, en la que identificamos que los estudiantes utilizan [Software] de edición o manejo de datos en muchos escenarios, para idear otros tipos de prácticas. De esta manera, con nuestra propia imaginación pasamos de pensar un curso de programación para artistas y humanistas a conceptualizar, en su lugar, uno en el que estudiantes de artes y humanidades desarrollaran PC usándolo en prácticas propias de su área y en el que el aprendizaje se diera a través de la participación en una comunidad de práctica que empleara el PC.

También hablamos de la necesidad de saber un mínimo de programación, su terminología y lenguaje, para poder comunicarse de manera efectiva con profesionales de ciencia de la computación, programadores e ingenieros. Respecto a esto, uno de los profesores entrevistados dijo:

No es un programador, no es un ingeniero de sistemas... No necesariamente se va a echar código, como diríamos burdamente, pero sí tiene que estar en capacidad de tener mínimo conversación, encontrar un plano de conversación con esa gente que está en ese plano. (profesor 6)

Hay alineación con la situación imaginada de los profesores, ya que fue frecuente encontrar un deseo por que los estudiantes de la Facultad aprendieran a usar el PC en prácticas artísticas y humanísticas para comunicar conocimiento de nuevas formas, como se evidencia en sus entrevistas:

De pronto, un proyecto multimedia interactivo [basado en] trabajo de equipo, no [se trata] de que una persona [tenga] todas las capacidades. Para narrar digitalmente se necesitan seguramente habilidades de programación, pero no creo que todo narrador digital tenga que ser un programador o saber programar. Lo que tiene que saber es plantear una historia de manera que pueda trabajar luego con un programador diciéndole: “Mire, yo quisiera que esto narrativamente funcionara así”. (profesor 7)

Uniendo nuestra propia imaginación con la de los profesores, tomó forma la situación imaginada: un curso presencial de seis semanas, con una sesión de una hora y media semanal, llamado Algoritmos para No Programadores: Pensamiento Computacional. El curso se difundiría entre estudiantes de la Facultad de Artes y Humanidades y, en él, los estudiantes participarían en diversos usos del PC. La duración se pensó para que fuera menor a la de los cursos de ocho semanas que ofrece la universidad, con el fin de evitar conflictos con las actividades académicas. Durante el curso se recolectaría suficiente información cualitativa a través de reflexiones escritas por los estudiantes y el diario de campo de uno de los investigadores, con el fin de determinar los alcances y las limitaciones del programa propuesto. Los estudiantes escribieron sus reflexiones al final de cada sesión como respuesta a preguntas sobre cuáles fueron sus opiniones de la clase y qué habilidades del PC creyeron utilizar durante las actividades (véanse la preguntas de las reflexiones



finales en el anexo 3). De igual manera, el investigador escribió en su diario de campo sus impresiones personales y reflexiones respecto a las dos categorías de análisis: (1) aprendizaje y (2) uso del pensamiento computacional.

Entonces, se pensó en que casi todas las sesiones del curso deberían incluir espacios para que los estudiantes participaran interactuando entre ellos o de forma individual y cosificaran para dar forma a sus experiencias y aprendizajes por medio de procesos o productos. También se destinó tiempo en la primera y última sesión para que los estudiantes tomaran una pre y posprueba (anexos 1 y 2), utilizadas previamente para analizar el aprendizaje de PC a través de un curso. En la tabla 2 se describe el diseño de las actividades del curso y su justificación.

Tabla 2. Sesiones, objetivos y justificaciones diseñados durante la situación imaginada

Sesión	Objetivo	Justificación
1. Introducción al PC y preprueba	Preprueba. Introducción al PC y sus habilidades clave: abstracción, pensamiento algorítmico, depuración, descomposición y generalización.	Obtener conocimientos previos sobre PC. Introducir el concepto de PC.
2. Algoritmos	En esta sesión, basada en Buitrago Flórez (2018), los estudiantes reciben 30 piezas de Lego para construir una estructura de 10 a 15 piezas y redactar un algoritmo para su replicación. Luego, otro estudiante intenta construir la estructura con esas instrucciones. La sesión concluye con una reflexión sobre la precisión de las instrucciones y algoritmos.	Exponer a los estudiantes a algoritmos fuera de entornos computacionales. Según Saxena <i>et al.</i> (2020), trabajar con Lego fomenta el aprendizaje del PC.
3. PC aplicado a humanidades (análogo): N + 7, Lipogram	Uso de técnicas de OuLiPo (Bellos, 2010). Los ejercicios incluyen N+7, que reemplaza cada sustantivo por el séptimo siguiente en un diccionario; y Lipogram, que excluye una letra específica (Kuchina, 2018; Terry, 2019; Zamora y Jacobi, 2015).	Estos ejercicios desarrollan habilidades como el pensamiento algorítmico y la generalización. Los estudiantes crearán y compartirán textos con estas técnicas, lo cual facilitará la transición de algoritmos “desconectados” a prácticas digitales.
4. PC aplicado a humanidades, marcado de texto en HTML	Uso de HTML mediante una práctica de marcado de texto.	El marcado de texto, que incluye habilidades como descomposición y abstracción, es importante en humanidades digitales y se ha utilizado en comunidades de aprendizaje para humanistas (Green, 2014). Se eligió HTML por su uso en la creación de páginas web y en el marcado TEI.

Sesión	Objetivo	Justificación
5. PC aplicado a humanidades (digital): funciones y parámetros. Color e interactividad en p5.js	Uso de JavaScript y Processing (Reas y Fry, 2007) con el editor p5.js para aprender sintaxis y fortalecer el PC.	Este enfoque es útil en narrativas digitales y arte, y se emplea en la enseñanza de programación y visualización de datos en humanidades digitales (Harris, 2017; Sarachan, 2017). Programar es una práctica de uso común que resulta efectiva para el desarrollo de pensamiento computacional (Buitrago Flórez et al., 2017).
6. PC aplicado a artes y humanidades utilizando p5.js: condicionales e iteraciones. Reflexión final y posprueba.	Uso de JavaScript y Processing (condicionales e interacciones). Posprueba.	Profundizar en la práctica de programación creativa. Evaluación final del curso.

Situación arreglada

Debido a que las circunstancias específicas de una comunidad educativa no siempre permiten llevar a cabo la situación imaginada tal y como se pensó, es necesario poner en marcha nuevas negociaciones, planes y acciones, que se denominan organización práctica.

El curso se organizó para la segunda mitad del primer semestre de 2020, de manera que fuera voluntario y gratuito, y se promocionó entre los estudiantes de la Facultad. Ante la declaración de la pandemia de covid-19, la Universidad virtualizó todas las clases, lo que llevó a adaptar este curso a ese formato. Se determinó, entonces, que las sesiones serían de trabajo sincrónico dedicadas a que los estudiantes participaran y cosificaran en esta nueva comunidad. La mayoría de las actividades se mantuvieron, solo se cambió la de Lego por codificación y decodificación de textos para ejercitar habilidades de PC como algoritmia, abstracción y descomposición. Se consideró la importancia de mantener los elementos clave de una comunidad de práctica según Wenger: dominio de conocimiento común, práctica compartida y comunidad de aprendizaje (Wenger, 1999).

Veinte estudiantes inscribieron el curso (catorce mujeres y seis hombres). La distribución de estudiantes en los programas fue Narrativas Digitales (nueve), Arte (dos), Literatura (uno) y Maestría en Humanidades Digitales (cuatro). Los cuatro estudiantes restantes no pertenecían a programas de la Facultad de Artes y Humanidades, pero se encontraban haciendo alguna opción académica en la Facultad o manifestaron gran interés en asistir al curso, sus programas principales eran Ciencias Políticas (dos), Filosofía (uno) y doctorado en Administración (uno).

A continuación, se describirá lo acontecido en cada una de las sesiones del curso:

Sesión 1

En la primera sesión, se planificó que los estudiantes hicieran una preprueba de media hora, luego se les enseñarían los conceptos de PC, incluyendo habilidades como abstracción y algoritmia. Sin embargo, la



prueba llevó más de una hora, lo que impidió completar la presentación. Debido a las dificultades de los estudiantes, que llevaban tiempo sin practicar el pensamiento lógico-formal, se decidió reducir las actividades a dos y hacer una reflexión sobre PC por sesión.

Sesión 2

Para la segunda sesión, considerando el ritmo de los estudiantes y la necesidad de completar la presentación de PC pendiente, se planificaron dos ejercicios cortos: codificación y decodificación de textos, y literatura generativa N+7. La codificación y decodificación se eligieron para introducir brevemente algoritmos aplicados a textos, con el fin de facilitar la comprensión de la literatura generada por computadores.

En la actividad, cada estudiante encriptaba un verso de un poema y escribía instrucciones para desencriptarlo. Luego, intercambiaban los versos con un compañero que debía intentar decodificarlo primero por sí mismo y luego con las instrucciones. Al final, compartían el verso decodificado y trataban de reconstruir el poema completo. Los estudiantes respondieron preguntas sobre la claridad de las instrucciones y su eficacia. Contrario a lo planeado, este ejercicio tomó casi todo el tiempo de la segunda sesión. Debido a esto, se decidió que solo se planearía una actividad y una reflexión para cada sesión. De acuerdo con el diario de campo del investigador, los estudiantes se mostraron muy motivados durante la actividad y manifestaron especial interés por decodificar de manera correcta el verso del compañero.

Sesión 3

La actividad consistió en un taller de marcado de texto con HTML en codepen.io, en el que cada estudiante trabajó con un poema de María Mercedes Carranza, al cual debían añadir hipervínculos e imágenes usando etiquetas HTML proporcionadas por el profesor. Aprendieron a visualizar texto marcado en navegadores y discutieron sus códigos con los compañeros. El profesor demostró el marcado de texto en HTML y presentó los fundamentos de HTML, CSS y Javascript, asimismo, enseñó cómo aplicar CSS al documento HTML. Algunos estudiantes aplicaron CSS a sus documentos, como se muestra en la figura 2.

El profesor anotó en su diario que los estudiantes tuvieron algunas dificultades, en especial con elementos HTML para imágenes e hipervínculos. Por ejemplo, les costó recordar que etiquetas como `<a>` e `<img>` no necesitan cierre, a diferencia de las etiquetas de texto.

Sesión 4

Tras experiencias previas en codificación, se introdujo la programación con p5.js (McCarthy et al., 2015) para desarrollar el PC. Este software fue elegido por su accesibilidad y su uso conocido en programación para artistas. La sesión incluyó una demostración del profesor sobre funciones y parámetros en p5.js, seguida de una práctica en la que los estudiantes exploraron estos conceptos y la sintaxis de JavaScript creando dibujos. Compartieron y discutieron sus códigos y dibujos, lo que promovió la comprensión. Los estudiantes disfrutaron la actividad, en especial porque les permitió explorar nuevas funciones y parámetros, como se muestra en la figura 3.

Figura 2. Documentos de HTML y CSS codificados por una estudiante del curso en la sesión 3 y visualizados con el editor de codepen.io



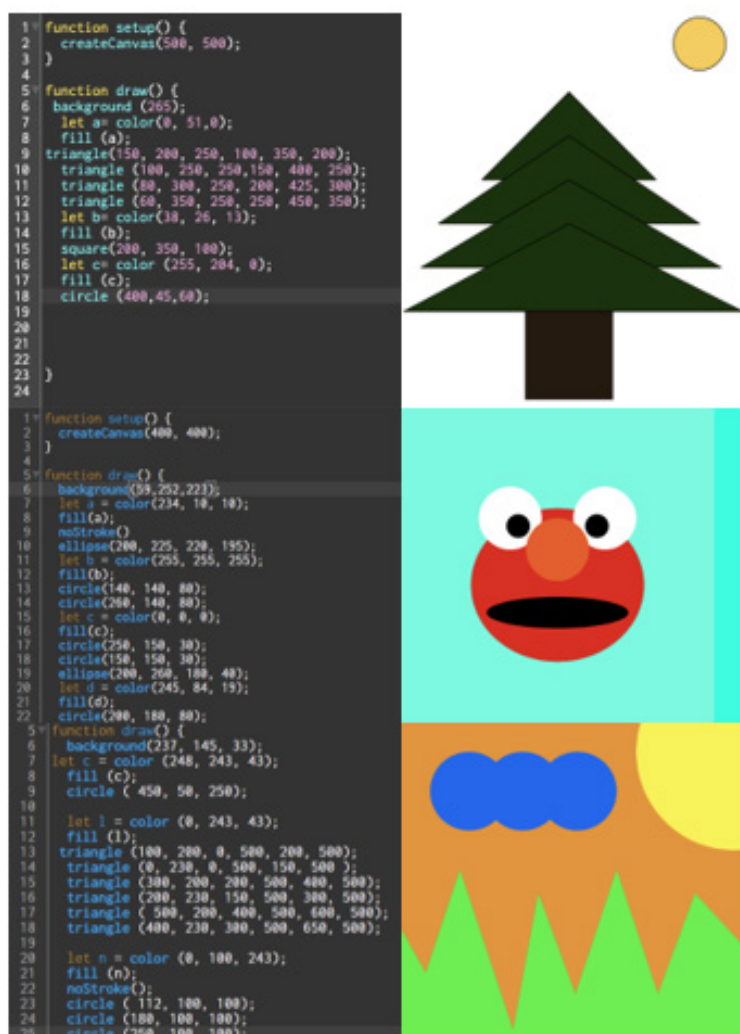
Fuente: captura de pantalla tomada por una estudiante. A la izquierda se observa la plataforma codepen.io y el código del estudiante; a la derecha, un poema escrito por María Mercedes Carranza, parte de su libro *Tengo miedo* (1983), y una imagen de la autora tomada de internet por la estudiante.



Sesión 5

Las actividades de la quinta sesión, originalmente planeadas para la última, se centraron en continuar con ejercicios de p5.js para dar tiempo a la posprueba final. La sesión replicó la estructura de la cuarta, con una demostración inicial del profesor y la práctica de los estudiantes en p5.js. Se puso el foco en profundizar en expresiones lógicas y condicionales de JavaScript, aplicándolas en la programación de interacción en un lienzo de dibujo. La principal dificultad fue la ubicación espacial en el lienzo, relacionada con conceptos de coordinalidad y ubicación espacial. Algunos resultados de esta sesión se muestran en la figura 3.

Figura 3. Lienzos de dibujo digital y códigos en p5.js creados por estudiantes en la cuarta sesión



Fuente: captura de pantalla tomada por estudiantes, plataforma codepen.io

Debido a que los estudiantes tardaron más de una hora en la preprueba de la sesión 1, la última sesión incluyó una breve introducción y una práctica sobre *loops* en JavaScript, seguida de una hora para la posprueba y una reflexión sobre el curso. Ningún estudiante tardó más de 40 minutos en la posprueba.

Figura 4. Lienzos de dibujo digital y códigos en p5.js creados por estudiantes en la quinta sesión



Fuente: captura de pantalla tomada por estudiantes, plataforma codepen.io.

Habilidades empleadas en las sesiones

Durante el curso los estudiantes progresaron en reconocer el uso de habilidades de PC. En un principio, no identificaban el significado de cada habilidad o confundían sus nombres e inventaban nuevos. Por ejemplo, al preguntarles sobre el uso del PC en la sesión 2, en el ejercicio de codificación y decodificación, dijeron:

Pensamiento algorítmico, porque nos guiamos de instrucciones y depuración, porque es utilizado para asegurar que las soluciones algorítmicas son adecuadas. (estudiante 7)

Descomposición, ya que, tanto para hacer mi frase como para tratar de entender la de la compañera, tuve que dividir los tipos de signos en categorías (si eran letras, números, símbolos). También puede decirse



que abstracción, ya que, al escribir mis instrucciones, unifiqué tres símbolos en una ecuación. Eso significa que, con un proceso sencillo, la persona puede extraer rápidamente tres símbolos. (estudiante 8)

En la siguiente sección, después de la actividad de marcado de texto en HTML, algunos estudiantes pudieron identificar de manera correcta el uso de descomposición y abstracción. Sin embargo, no todos entendían el pensamiento algorítmico como la capacidad de resolver un problema utilizando una serie de pasos cuidadosamente determinados:

Pensamiento Algorítmico: en la clase de hoy trabajamos con el lenguaje HTML y desarrollamos pensamiento algorítmico en la medida en que tuvimos que utilizar comandos para poder poner un título, párrafos y otras ediciones. Abstracción: esta habilidad se denotó específicamente cuando utilizamos el comando de `<head></head>`, pues es un comando que se utiliza para guardar información que no se visualiza. Es decir, es la parte interna del funcionamiento. Asimismo utilizamos la habilidad de descomposición, pues para la visualización del poema se descompuso la estructura del texto. (estudiante 14)

En la sesión 4, después de la actividad de utilizar comandos de p5.js para hacer un dibujo, los estudiantes acertaron al el uso de habilidades como abstracción, pensamiento algorítmico y descomposición. Aparecieron también relaciones con otras habilidades que no habían sido mencionadas en reflexiones anteriores, evaluación y descomposición:

Utilicé mucha abstracción y descomposición, ya que tenía que imaginar en mi cabeza los píxeles para acomodar las figuras, sobre todo los triángulos. También el pensamiento algorítmico, ya que tenía que pensar “Si doy esta orden, pasará esto y aquello”. Nunca me había concentrado tanto. (estudiante 1)

En la sesión 5, los estudiantes ya identificaban que para desarrollar los ejercicios se utilizaban todas las habilidades y, además, podían asociarlas con su significado correcto, así como con un uso específico durante la sesión:

La principal habilidad que utilizamos fue el pensamiento algorítmico, porque le dimos instrucciones al p5.js de cómo queríamos que funcionara el programa; *debugging*, con lo que nos aseguramos de que las soluciones fueran las adecuadas; y abstracción, porque pudimos aplicar los conocimientos de la clase pasada y pudimos programar los algoritmos más fácilmente. (estudiante 9)

Este progreso se confirma con algunas de las respuestas en la reflexión final. Cuando se les preguntó “¿Considera que los ejercicios abordaron las cinco habilidades del PC ?, ¿por qué?”, muchos pudieron identificar el significado de una o varias habilidades y asociarlo con un uso, incluso para diferenciar cuáles fueron utilizadas más que otras:

Sí, el intentar imaginar todo lo que sucede para que las funciones que uno coloca en código se ejecuten hace que utilices cada una de las habilidades. En el caso de solo escribir el código, se usa mucho la abstracción; luego el pensamiento algoritmo cuando pongo el paso a paso del código para que funcione, cuando



descompongo por fracciones para comprender qué estoy digitando o cuando hago una depuración para averiguar el error que no me permite continuar con la programación. (estudiante 9)

Respecto al uso de PC en sí, que suele definirse como una aproximación sistemática a la resolución de problemas, los estudiantes también reportaron un uso frecuente. Al preguntarles “¿Cree que este curso ayuda al aprendizaje o aumento de la capacidad de resolver problemas?”, contestaron: “Sí. Las habilidades ejercitadas se pueden poner en práctica en muchos otros contextos, no solo computacionales” (estudiante 4).

Con el objetivo de obtener información sobre la percepción del uso de PC en contextos creativos, también se les preguntó “¿Creen que este curso ayuda al aprendizaje o al aumento de la creatividad?” Los estudiantes señalaron que utilizar nuevas herramientas, siempre y cuando se usen de manera comprensiva, puede facilitar al desarrollo de la creatividad:

Como primer módulo, no mucho, siempre estamos condicionados a saber cómo funcionan los comandos. Y crear una figura o combinar los mismos comandos es algo un poco enredado si uno apenas le coge el tiro a qué significa y cómo funciona cada palabra o letra o espacio. Con el tiempo y la práctica se pueden crear más cosas. Toma tiempo y práctica entender los comandos, pero es muy útil para luego entender que todas las habilidades están siendo utilizadas y que todas son un conjunto. Se pueden crear cosas muy útiles con estos pocos comandos y es fácil hacerlo cuando uno entiende lo básico y lo practica. (estudiante 3)

Se evidencia, entonces, que durante el curso los estudiantes identificaron el uso del PC en las actividades de cada sesión, en especial en prácticas humanísticas como el marcado de texto y uso de expresiones regulares y en prácticas artísticas como la creación y el dibujo. Además, se demostró que mejoraron en la identificación de las habilidades del PC conforme el curso avanzaba.

Aprendizaje del PC

Para analizar el aprendizaje del PC durante el curso, triangulamos las reflexiones de los estudiantes y los resultados de las pre y pospruebas para demostrar que sí consideraron que el curso les permitió desarrollar esta habilidad y que, además, las pruebas sugieren un aumento significativo en su desempeño a la hora de identificar las habilidades de PC y resolver problemas.

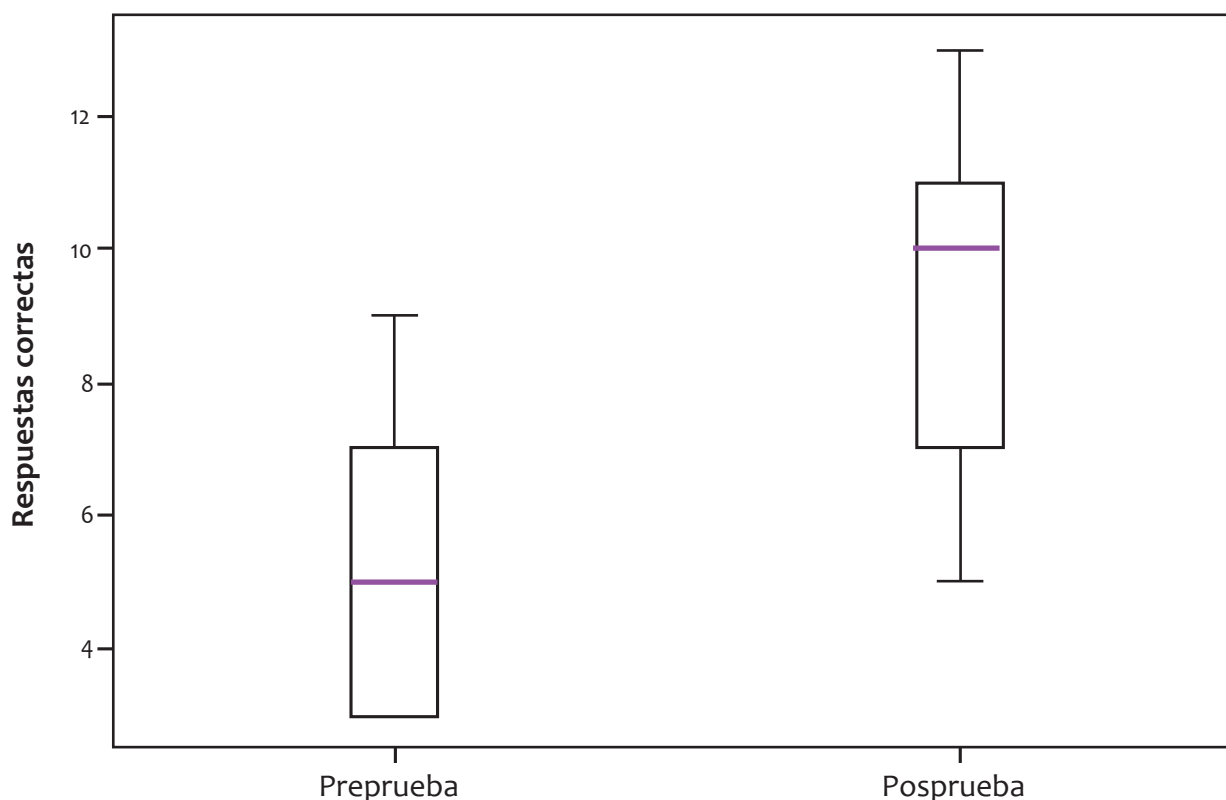
Respecto a la capacidad de resolver problemas, en la sesión 3, por ejemplo, reconocieron la importancia de la claridad y minuciosidad en la escritura de instrucciones. Por ejemplo: “Aunque las instrucciones del profesor fueron claras, la frase encriptada no tenía las suficientes instrucciones de su creador para poder descifrarla” (estudiante 7).

En tanto que algunos investigadores definen el PC como la habilidad para comunicar una serie de pasos para resolver un problema de una forma tan clara y sencilla que incluso un computador pueda ejecutarla (Wing, 2006), los estudiantes respondieron que habían aprendido nuevos lenguajes para comunicarse y que sí podrían comunicarse mejor al haber ganado un mejor entendimiento sobre computación. Uno de ellos lo expresó así: “Sí, escribir en código obliga a pensar en formas claras y precisas [para] dar instrucciones, eso puede resultar en una mejora en las habilidades comunicativas” (estudiante 5).



Estos resultados coinciden con que, a lo largo del curso, el rendimiento de los estudiantes en las pruebas que evaluaban conocimiento sobre habilidades de PC y la habilidad para resolver preguntas y problemas específicos relacionados con PC presentó una mejora notoria y estadísticamente significativa. En la preprueba el promedio de respuestas correctas sobre un total de 15 posibles fue de 5,33, con una desviación estándar de 2,33. La puntuación más alta fue de 9 y la más baja de 3. En contraste, el promedio de respuestas correctas de la posprueba fue de 9,2 con una desviación estándar de 2,34. La puntuación más alta fue de 13 y la más baja de 5. Además, la aplicación de una prueba t pareada para diferencia de medias muestra una diferencia significativa con un valor de $T(14)=4,4$ y un p-valor de 0,001 ($n=20$). Las respuestas a las preguntas abiertas se evaluaron con rúbricas de evaluación creadas por uno de los investigadores conforme a la completitud de cada respuesta y a la identificación de las habilidades del PC.

Figura 5. Representación de los resultados de la preprueba y la posprueba



Nota: la prueba-t pareada muestra un aumento significativo en el desempeño de los estudiantes para resolver problemas y responder preguntas relacionadas con PC. Fuente: elaboración propia.

Así, las reflexiones de los estudiantes y las pruebas permitieron evidenciar un aprendizaje del PC durante el curso. Una vez descrita la situación arreglada y demostrados los lugares de las dos categorías (uso del PC en las prácticas humanísticas o artísticas y aprendizaje de PC) en el conjunto de actividades desarrolladas durante el curso, es necesario reflexionar a la luz de la situación imaginada y los objetivos propuestos.

Razonamiento exploratorio

El razonamiento exploratorio consiste en una reflexión analítica de la situación imaginada en contraste con las experiencias vividas en la situación arreglada. En este proceso se reconsidera la viabilidad de la imaginación pedagógica teniendo en cuenta los aspectos innovadores de la situación arreglada. En este estudio, debido a la virtualización del curso a causa de la pandemia del covid-19, la situación arreglada fue muy diferente a la situación imaginada, por lo que fue necesario sopesar esta circunstancia a la hora de contrastar las dos situaciones.

Respecto al uso de PC en prácticas humanísticas y artísticas, los estudiantes destacaron, entre varios aspectos positivos del curso, la naturaleza experiencial de las actividades:

El método de aprender que era no solo mostrando, sino haciendo. Cuando algo no salía como se esperaba al poner a correr el programa, a través de compartir pantalla el profesor podía ver en qué se estaba equivocando uno. Tampoco se trataba de reglas, sino más bien de bases que permitieron desarrollar los ejercicios con efectividad. (estudiante 1)

Estas reflexiones permiten pensar que, a pesar de la circunstancia de la virtualización del curso, los estudiantes consiguieron participar en un contexto en el que compartían un dominio del conocimiento y ejercían unas prácticas dentro de una comunidad. Esto también se confirma al indagar sobre la pertinencia del curso y la voluntad de tomarlo si tuviera una duración de un semestre. Al respecto, los estudiantes estuvieron de acuerdo en que el uso de PC sería útil en sus campos de estudio y que un curso más largo podría facilitar una comprensión más profunda:

Sí, lo haría, sería muy pertinente para mis intereses académicos y profesionales. Lo recomendaría a las personas que siempre han querido aprender a programar y no han tenido la oportunidad de hacerlo por fuera de ambientes no necesariamente ingenieriles. (estudiante 4)

Por otro lado, en relación con el aprendizaje del PC surgieron varias reflexiones. En primer lugar, la situación imaginada se había pensado para que las actividades constituyeran una transición desde el uso de PC en contextos desconectados (*unplugged*) hacia contextos más digitales, como el marcado de texto, para finalmente introducir a los estudiantes a entornos de programación. Debido a la modalidad virtual del curso, todos los ejercicios tuvieron que ser mediados por computadores o entornos digitales de alguna manera.

Un aspecto de análisis relevante tanto para el uso de prácticas de PC en prácticas humanísticas y artísticas como para el aprendizaje de PC fue que los estudiantes tardaron mucho más tiempo en cada actividad de lo que se había pensado en la situación imaginada, lo cual obligó a modificar el número de actividades, así como su velocidad. Esta necesidad de más tiempo para un mejor aprendizaje fue ampliamente notada por los estudiantes. Al preguntarles por aspectos en los que el curso podría mejorar, señalaron que se necesitaría más tiempo para comprender las actividades a profundidad y también para desarrollar más ejercicios y seguir profundizando. Se infiere, entonces, que es necesario un curso más largo, posiblemente de ocho semanas o más, para que se lleven a cabo todas las actividades planeadas y se consoliden aprendizajes más sólidos. Los estudiantes también manifestaron tener dificultad en la comprensión de coordenadas cartesianas durante



los ejercicios de p5.js, por lo que sería pertinente pensar en explicaciones previas a estos ejercicios en los que puedan familiarizarse con el plano cartesiano.

Discusión y conclusiones

Se cumplió con el objetivo de diseñar e implementar un curso de PC para estudiantes de artes y humanidades que permitiera un aprendizaje significativo. Los hallazgos en las reflexiones de los estudiantes se alinean con investigaciones que proponen el aprendizaje de PC a través de actividades desconectadas (*unplugged*) para motivar a niños con respecto a la programación y ciencias de la computación (Jiang y Wong, 2018). Sin embargo, si se quisiera determinar la motivación de estudiantes de artes y humanidades en un curso de PC, debería plantearse un estudio que aplique instrumentos previamente utilizados en educación superior, por ejemplo, los que algunos investigadores han usado para determinar la autoeficacia de estudiantes en cursos introductorios de programación (Gorson y O'Rourke, 2019). Esto también atendería a las sugerencias de los estudiantes sobre un curso con las dinámicas propuestas, pero de una duración más extensa: un siguiente paso de iteración en la investigación crítica podría ser un curso con la duración de un semestre en el que se examine la motivación de los estudiantes en diferentes momentos. Los resultados de esta investigación respaldan los planteamientos de los estudios mencionados en la situación inicial al sugerir que actividades de aprendizaje contextualizadas en las prácticas de artistas y humanistas podrían en efecto motivar a los estudiantes y facilitar el aprendizaje de PC (Tew et al., 2005).

En cuanto a los aspectos innovadores del curso, el investigador escribió en su diario de campo que los estudiantes se mostraron muy motivados durante el ejercicio de codificación y el de programación de interacciones con p5.js, también que manifestaron en varias ocasiones un gusto por los retos. Esta información es relevante porque la estrategia de proponer retos o competencias podría estudiarse posteriormente para desarrollar PC, puesto que estas actividades permiten a los estudiantes practicar la resolución de problemas en diferentes contextos.

Además, si bien el objetivo de este estudio era determinar el uso y el aprendizaje de PC en la Facultad de Artes y Humanidades para proponer un curso, la posibilidad de pensar en que artistas y humanistas se formen como programadores se inscribe dentro de un campo emergente en los estudios de educación computacional: la ampliación de la alfabetización computacional (Kafai et al., 2019). No solo esto, sino que configuraciones específicas de las actividades propuestas ya han comenzado a utilizarse en enfoques de aprendizaje como STEAM, que justamente plantea la posibilidad de incluir las artes dentro de ambientes de aprendizaje de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (Madden et al., 2013). Esta investigación se une a otros estudios que denotan la importancia de experiencias desconectadas y tangibles, así como actividades de programación, a la hora de diversificar y ampliar la participación en ciencias de la computación e ingeniería (Horn et al., 2020). Si bien dichos trabajos se han concentrado en promover la participación de niños en educación básica y secundaria, esta investigación propone que también se pueden utilizar cursos con actividades tangibles y digitales en educación superior, en particular, en el contexto de la universidad privada colombiana sometida a estudio.

Las posibles limitaciones de esta investigación incluyen la dificultad de generalizar los hallazgos a otros contextos educativos. Esto obedece al enfoque específico en una universidad colombiana y en estudiantes de artes y humanidades, a la necesidad de adaptaciones continuas en el curso debido a la naturaleza iterativa del



diseño basado en investigación, y a la subjetividad inherente en el análisis cualitativo de datos como reflexiones y diarios de campo, lo cual puede influir en la interpretación de los resultados. Además, el rápido ritmo de innovación en tecnología computacional, particularmente con el auge de la inteligencia artificial generativa que facilita el aprendizaje de programación, puede hacer que ciertos contenidos del curso queden obsoletos o necesiten actualizaciones frecuentes para mantenerse relevantes en el contexto educativo actual.

Nuestro estudio aporta a los alcances de la teoría de nexus al mostrar cómo, al establecer puntos de encuentro entre disciplinas, los estudiantes de artes y humanidades pueden acceder a la computación y desarrollar habilidades de PC. En nuestro curso, actividades como el marcado de texto en HTML fomentaron que los estudiantes analizaran y estructuraran textos literarios digitalmente, lo que conllevó transformar el uso de código en una herramienta de interpretación cultural y artística. Asimismo, los ejercicios inspirados en Ou Li Po, como N+7, involucraron la manipulación de lenguaje a través de reglas algorítmicas, lo que permitió un acercamiento al PC de forma lúdica y creativa. Estas prácticas integraron conceptos de abstracción y descomposición, pero a través de un lente artístico que les permitió a los estudiantes reimaginar la computación como un medio expresivo. Finalmente, la programación creativa con p5.js ofreció a los estudiantes un espacio para explorar conceptos computacionales mediante la creación de visualizaciones gráficas, con las que podían experimentar con el color, la forma y la estética de sus diseños, lo cual favoreció enfatizar valores que suelen estar en segundo plano en entornos STEM. Desde la perspectiva de la teoría de nexus, como señalan Peppler y Wohlwend (2018), estas actividades demuestran cómo la integración de prácticas artísticas no solo transforma las prácticas dominadas por enfoques tradicionales de STEM, sino que también abre la posibilidad de replantear quiénes pueden acceder a este aprendizaje, de manera que promueve un entorno más inclusivo. Capacitar a estudiantes de artes y humanidades en computación fortalece su alfabetización en PC y enriquece, a su vez, los campos de la computación, las artes y las humanidades, en la medida en que contribuye al desarrollo y la transformación de cada uno de ellos.

Finalmente, se concluye que el estudio cumplió con el propósito al diseñar un curso de PC para estudiantes de artes y humanidades. Se enseñó el PC como una habilidad transdisciplinaria, enfocándose en apoyar la expresión artística y el análisis crítico de las tecnologías computacionales. Específicamente, este trabajo documenta la efectividad del uso de técnicas para desarrollar PC como el marcado de textos literarios utilizando HTML y CSS, de amplio uso en humanidades digitales, y la sintaxis de JavaScript a través de p5.js, que son técnicas empleadas en la computación creativa y en herramientas interactivas en humanidades, entre otras prácticas artísticas. Así, se propone que estas estrategias pedagógicas podrían implementarse en futuras investigaciones para diversificar la participación en prácticas computacionales. Desde una perspectiva sociocultural del aprendizaje, concluimos que para enseñar PC a estudiantes de artes y humanidades es efectivo pensar en la articulación de prácticas computacionales, como la programación, con prácticas artísticas, como la creación artística y humanística (por ejemplo, el marcado de texto), con lo cual nos alineamos con las aproximaciones de investigaciones actuales sobre la enseñanza de PC para estudiantes de artes y humanidades (Guzdial, 2023a y 2023b). Los hallazgos del estudio aquí presentado amplifican el conocimiento sobre el aprendizaje del PC en Colombia, en este caso mediante el diseño y evaluación de un curso para estudiantes de artes y humanidades en educación superior. En el futuro, las reflexiones sobre el diseño del curso podrían aplicarse en otros contextos, como universidades públicas o educación media, con el objetivo de obtener hallazgos sobre la integración de prácticas artísticas, humanísticas y computacionales en entornos menos vocacionales, probablemente con un enfoque más concentrado en la alfabetización computacional e independiente de la formación disciplinar y profesional. Para terminar, este estudio resalta la investigación crítica como una metodología robusta para indagaciones orientadas a transformaciones educativas.



Referencias

Argoti Álvarez, J. A. (2024). El pensamiento computacional como soporte del pensamiento matemático, en la Institución Educativa Santo Domingo Savio de Chinchiná (Caldas, Colombia). *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, 15(1), 107-144. <https://doi.org/10.18175/VyS15.1.2024.5>

Bell, J., y Bell, T. (2018). Integrating computational thinking with a music education context. *Informatics in Education*, 17(2), 151- 166. <https://10.15388/infedu.2018.09>

Bellos, D. (2010). Mathematics, poetry, fiction: The adventure of the Oulipo. *BSHM Bulletin: Journal of the British Society for the History of Mathematics*, 25(2), 104-118. <https://doi.org/10.1080/17498430903489237>

Berry, D. M., y Fagerjord, A. (2017). *Digital humanities: Knowledge and critique in a digital age*. John Wiley & Sons.

Brennan, K., y Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking* [conferencia]. American Educational Research Association Annual Meeting, Vancouver, BC, Canadá.

Biernacki, P., y Waldorf, D. (1981). Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. *Sociological Methods & Research*, 10(2), 141-163. <https://doi.org/10.1177/004912418101000205>

Buitrago Flórez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., y Danies, G. (2017). Changing a generation's way of thinking: Teaching computational thinking through programming. *Review of Educational Research*, 87(4), 834-860. <https://doi.org/10.3102/0034654317710096>

Buitrago Flórez, F. J. (2018). *Designing, implementing and evaluating, a first step approach for computational thinking development in novice students* [tesis de doctorado, Universidad de los Andes]. Biblioteca Uniandes. <http://biblioteca.uniandes.edu.co/acepto201699.php?id=17463.pdf>

Carranza, M. M. (2003). *Tengo miedo*. El Áncora Editores.

Caskurlu, S., Hu, A. D., Yadav, A., y Santo, R. (2022). Computational thinking integration design principles in humanities. En L. Markle, M. Doyle, J. Sheard, L.K. Soh y B. Dorn (coord.), *Proceedings of the 53rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (vol. 2, pp. 1120-1120). <https://doi.org/10.1145/3478432.3499071>

Espinal, A., Vieira, C., y Guerrero-Bequis, V. (2023). Student ability and difficulties with transfer from a block-based programming language into other programming languages: A case study in Colombia. *Computer Science Education*, 33(4), 567-599. <https://doi.org/10.1080/08993408.2022.2079867>

Gorson, J., y O'Rourke, E. (2019). How do students talk about intelligence? An investigation of motivation, self-efficacy, and mindsets in computer science. En R. McCartney, A. Petersen, A. Robins y A. Moscal (coords.), *Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research (ICER '19)* (pp. 21-29). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3291279.3339413>

Gorson, J., Patel, N., Beheshti, E., Magerko, B., y Horn, M. (2017). TunePad: Computational thinking through sound composition. En P. Bilkstein y D. Abrahamson (coords.), *Proceedings of the 2017 Conference on Interaction Design and Children (IDC '17)* (pp. 484-489). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3078072.3084313>

Green, H. E. (2014). Facilitating communities of practice in digital humanities: Librarian collaborations for research and training in text encoding. *The Library Quarterly*, 84(2), 219-234. <https://doi.org/10.1086/675332>

Greher, G. R., y Heines, J. M. (2014). *Computational thinking in sound: Teaching the art and science of music and technology*. Oxford University Press.

Guzdial, M. (2023a). Scaffolding to support humanities students' programming in a human language context. En M.-J. Laakso y M. Monga (coords.), *Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (vol. 2, pp. 579-580). <https://doi.org/10.1145/3587103.3594157>

Guzdial, M. (2023b). Scaffolding to support liberal arts students learning to program on photographs. En *Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (vol. 2, pp. 577-578). <https://doi.org/10.1145/3587103.3594158>



- Harris, D. (2017). An easy-to-use p5.js 3D object picker for visual artists. *Journal of Open Source Software*, 2(20), art. 475. <https://joss.theoj.org/papers/10.21105/joss.00475>
- Horn, M., Banerjee, A., West, M., Pinkard, N., Pratt, A., Freeman, J., Magerko, B., y McKlin, T. (2020). TunePad: Engaging learners at the intersection of music and code. En M. Gresalfi y I. S. Horn (eds.), *The interdisciplinarity of the learning sciences, 14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2020*, (vol. 3, pp. 1237-1244). International Society of the Learning Sciences. <https://repository.isls.org/handle/1/6320>
- Horn, M. S., Banerjee, A., Bar-El, D., y Wallace, I. H. (2020). Engaging families around museum exhibits: Comparing tangible and multi-touch interfaces. En E. Rubegni y A. Vaalou (coords.), *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference* (pp. 556-566).
- Jiang, S., & Wong, G. K. W. (2018). Are Children More Motivated with Plugged or Unplugged Approach to Computational Thinking?. En T. Barnes y D. Garica (coords.), *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* 1094. <https://doi.org/10.1145/3159450.3162270>
- Kafai, Y. B., Proctor, C., & Lui, D. A. (2019). Framing computational thinking for computational literacies in K-12 education. En *Proceedings of the Weizenbaum Conference 2019: Challenges of Digital Inequality*, (pp. 131-136). <https://doi.org/10.34669/WI.CP/2.21>
- Koh, A. (2014). Niceness, building, and opening the genealogy of the digital humanities: Beyond the social contract of humanities computing. *Differences*, 25(1), 93- 106. <https://doi.org/10.1215/10407391-2420015>
- Kuchina, S. A. (2018). On generative poetry: Structural, stylistic and lexical features. *MATLIT: Materialidades Da Literatura*, 6(1), 73-83. https://doi.org/10.14195/2182-8830_6-1_5
- Lave, J., y Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B., Pearson, J., y Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>
- McCarthy, L., Reas, C., y Fry, B. (2015). Getting started with P5. js: Making interactive graphics in JavaScript and processing. Maker Media.
- Mejias, S., Thompson, N., Sedas, R. M., Rosin, M., Soep, E., Peppler, K., Roche, J., Wong, J., Hurley, M., Bell, P., y Bevan, B. (2021). The trouble with STEAM and why we use it anyway. *Science Education*, 105(2), 209-231. <https://doi.org/10.1002/sce.21605>
- Peppler, K., y Wohlwend, K. (2018). Theorizing the nexus of STEAM practice. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 88-99. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1316331>
- Diccionario de la lengua española Real Academia Española. (S. f.). Uso [entrada]. Diccionario de la lengua española (23.ª ed.).
- Reas, C., y Fry, B. (2007). *Processing: A programming handbook for visual designers and artists*. MIT Press.
- Rubio, J. C., y Hernández, C. (2022). EVALUARTE: Una propuesta desde la evaluación formativa. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, 13(1), 1-32.
- Ruthmann, A., Heines, J. M., Greher, G. R., Laidler, P., & Saulters, C. (2010). Teaching computational thinking through musical live coding in scratch. En G. Lewandowski y S. Wolfman (coords.), *Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 351-355). <https://doi.org/10.1145/1734263.1734384>
- Sarachan, J. (2017, noviembre 4). *SEMO6-visualizations using p5.js for digital humanities projects* [video]. STARS. <https://stars.library.ucf.edu/hastac2017/hacktheabstract/videos/31/>
- Saxena, A., Lo, C. K., Hew, K. F., y Wong, G. K. W. (2020). Designing unplugged and plugged activities to cultivate computational thinking: An exploratory study in early childhood education. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(1), 55-66. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00478-w>



Skovsmose, O., y Borba, M. (2004). Research methodology and critical mathematics education. En P. Valero y R. Zevenbergen (eds.), *Researching the socio-political dimensions of mathematics education* (vol. 35, pp. 207-226). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/1-4020-7914-1_17

Terry, P. (2019). *The penguin book of Oulipo: Queneau, Perec, Calvino and the adventure of form*. Penguin Books Limited.

Tew, A. E., Fowler, C., y Guzdial, M. (2005). Tracking an innovation in introductory CS education from a research university to a two-year college. *ACM SIGCSE Bulletin*, 37(1), 416-420. <https://doi.org/10.1145/1047124.1047481>

Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Wenger, E. (1999). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Wohlwend, K. (2013). Mediated discourse analysis. *New Methods of Literacy Research*, 56.

Zamora, M., y Jacobi, M. 2015. What is generative literature? Introducing “The Generative LiteratureProject”. *Hybrid Pedagogy*. [https://hybridpedagogy.org/what-is-generative-literature-introducing-the-generative-literature-project/#:~:text=The%20Generative%20Literature%20Project%20is,Ouvrir%20delitt%C3%A9rature%20potentielle\)%20in%20France.](https://hybridpedagogy.org/what-is-generative-literature-introducing-the-generative-literature-project/#:~:text=The%20Generative%20Literature%20Project%20is,Ouvrir%20delitt%C3%A9rature%20potentielle)%20in%20France.)

Anexos

Los anexos correspondientes a esta publicación se pueden encontrar visitando el siguiente enlace:
https://drive.google.com/file/d/1K-UGx3il-rZAPsjDTpgiX_js4k_gp3_w/view?usp=sharing

.....

Santiago Ojeda-Ramírez

Magíster en Humanidades Digitales. Actualmente cursa un doctorado en Educación en la Universidad de California, Irvine (Estados Unidos). Sus intereses de investigación giran en torno a los enfoques socioculturales para el aprendizaje en las áreas de STEM y en las artes. Su trabajo explora la construcción, tanto tangible como digital, para el desarrollo de las alfabetizaciones de tipo computacional e inteligencia artificial. Entre su publicaciones recientes se encuentran los siguientes trabajos en coautoría: “Describing Elementary Students’ Spheres of Influence in Scratch ‘About Me’ Projects” (2023), publicado en *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (vol. 1, pp. 333-339); y “Community Cultural Wealth in Latinofuturism: Leveraging Speculative Fiction for STEM+ Arts Asset-Based Pedagogies” (2023), publicado en *Proceedings of the 17th International Conference of the Learning Sciences-ICLS* (pp. 1442-1445).

Carola Hernández

Profesora asociada de la Facultad de Ingeniería y coordinadora de la Unidad de Apoyo a la Educación en Ingeniería de la Universidad de los Andes (Colombia). Doctora en Ciencia y Tecnología por la Universidad de Aalborg (Dinamarca), física con una maestría en Educación y una maestría en Física de la Universidad de los Andes. Es parte del grupo de investigación Educación y Evaluación en las Disciplinas. Entre sus publicaciones recientes se encuentran “A Systematic Approach for Curriculum Redesign of Introductory Courses in Engineering: A Programming Course Case Study” (2023), artículo en coautoría publicado en *Kybernetes*, 52(10); e “Investigación en enseñanza de las ciencias en Colombia: estudio desde sus cosificaciones”, artículo en coautoría publicado en *Educación y Educadores*, 23(1), 47-68.