

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
SANTIAGO - CHILE



“VISUALIZACIÓN DE DATOS COMO ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN ESTUDIANTES DE ENSEÑANZA MEDIA”

GABRIEL VERGARA DONOSO

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

Profesor Guía: Federico Meza
Profesor Correferente: Andrea Vásquez

Octubre - 2022

DEDICATORIA

A mi querida familia y a mis amigos mas cercanos que me han acompañado durante todo este largo proceso. Les estoy agradecido desde lo más profundo de mi corazón. No sería lo mismo sin ustedes.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi familia, ya que son las personas que me acompañan cada día y me dan fuerzas para continuar. A mis padres Gabriel y Paola que me han apoyado durante toda mi vida y me han entregado los recursos para poder estudiar de la mejor forma posible. A mis hermanos Pablo y Diego que han estado conmigo dándome ánimos durante todo este proceso soportando mis momentos de enojo y frustración. A mis abuelos José y Ana que me han acompañado en mi crecimiento y me motivan a dar lo mejor de mí cada día.

También quiero agradecer a todos los amigos del colegio que me han apoyado y me han ayudado tanto a inspirarme para desarrollar este trabajo como a relajarme y no caer ante el estrés que todo el proceso conlleva. Al conversar con cercanos que no estuvieran insertos en el área de la informática logré sacar varias ideas interesantes que me sirvieron para avanzar con el desarrollo de mi memoria.

Quiero agradecer también a los profesores Federico Meza y Andrea Vásquez que fueron los que me guiaron a lo largo del desarrollo de este trabajo entregándome ideas para avanzar y corrigiéndome en el camino. Ambos son grandes profesores y sin la ayuda de ellos este trabajo no hubiera sido posible.

Agradecer al profesor José Luis Martí que fue quien me enseñó acerca de la visualización de datos y en parte me inspiró a desarrollar este tema en mi memoria. Y también a los profesores que me permitieron preparar una entrevista relativa al pensamiento computacional para avanzar con mi trabajo: Pedro Godoy, Javier Robledo y Juan Felipe Calderón.

A todos los mencionados, muchas gracias por su ayuda.

RESUMEN

Resumen— El pensamiento computacional es la capacidad de formular y representar problemas para resolverlos mediante el uso de herramientas, conceptos y prácticas de la disciplina informática. Si bien los estudiantes hacen uso cotidiano de la tecnología en Chile, las habilidades cognitivas más complejas relacionadas con las TIC son las menos logradas[1], por esto es necesario generar recursos que ayuden a desarrollar estas habilidades.

Entre las prácticas que comprenden el uso del pensamiento computacional se encuentra la visualización de datos. Los alumnos al recibir educación de esta materia pueden ser capaces de comprender los datos que se les presentan y ser capaces de ellos mismos transmitir información de manera efectiva haciendo uso de visualizaciones. Dado lo anterior, se propone enseñar visualización de datos a estudiantes de enseñanza media mientras se fomentan habilidades del pensamiento computacional realizando actividades en que los alumnos exploren y analicen los datos, identificando patrones, correlaciones y causalidades.

Palabras Clave— Visualización de datos; Pensamiento computacional; Enseñanza media

ABSTRACT

Abstract— Computational thinking is the ability to formulate and represent problems to solve them through the use of tools, concepts and practices of the computer science discipline. Although students make daily use of technology in Chile, the most complex cognitive skills related to ICT are the least achieved[1], which is why it is necessary to generate resources that help develop these skills.

Among the practices that comprise the use of computational thinking is data visualization. Students receiving education in this subject may be able to understand the data that is presented to them and be able to themselves effectively convey information using visualizations. Given the above, it is proposed to teach data visualization to high school students while promoting computational thinking skills by carrying out activities in which students explore and analyze data, identifying patterns, correlations and causalities.

Keywords— Data visualization; Computational thinking; Secondary education

GLOSARIO

Aquí se deben colocar las siglas mencionadas en el trabajo y su explicación, por orden alfabético. Por ejemplo:

DI: Departamento de Informática.

USM/UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María.

STEM: Acrónimo de Science, Technology, Engineering y Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

TIC: Tecnologías de la información y comunicación.

UNED: Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Unplugged: Método de desarrollo de actividades sin necesidad de dispositivos computacionales.

Storytelling: Técnica de comunicación que consiste en captar la atención de tu público a través de una historia

Insight: Conocimiento que se logra extraer de los datos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	IV
ABSTRACT	IV
GLOSARIO	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1 Contexto	2
1.2 Fomento del Pensamiento computacional	2
1.2.1 Importancia de la Visualización de datos	5
1.3 Reflexiones	6
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivo general	7
1.4.2 Objetivos específicos	7
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL	8
2.1 Pensamiento computacional	8
2.2 Pensamiento computacional en la educación	11
2.2.1 Pensamiento computacional en Chile	13
2.3 Desarrollo del pensamiento computacional	14
2.3.1 Tareas Bebras	16
2.3.2 Pensamiento computacional Unplugged	17
2.4 Métodos de evaluación del pensamiento computacional	19
2.5 Visualización de datos	22
2.5.1 Infografías	23
2.6 Pensamiento computacional y visualización de datos	24
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	28
3.1 Taller de visualización de datos	28
3.1.1 Herramientas tecnológicas del curso	28
3.1.2 Contenidos del taller	29
3.2 Instrumentos de medición	30
3.2.1 Pre-test	31
3.2.2 Post-test	31
3.3 Reflexiones	32
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN	33

4.1	Registros iniciales de los participantes	33
4.1.1	Participación inicial	33
4.1.2	Conocimientos previos	35
4.1.3	Establecimientos educacionales	35
4.2	Deserción	36
4.3	Material diseñado	38
4.3.1	Clases	39
4.3.2	Actividades	41
4.3.3	Ejercicios Bebras	42
4.4	Evaluación del taller	44
4.4.1	Juicio experto	46
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES		48
5.1	Conclusiones generales	48
5.2	Cumplimiento de objetivos	49
5.3	Trabajo futuro	50
5.4	Palabras finales del autor	52
ANEXOS		53
	Anexo 1: Enunciados ejercicios Bebras	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		59

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Marco de integración del pensamiento computacional. Fuente: https://digitalpromise.org/	4
2	Etapas del pensamiento computacional en la resolución de problemas. Fuente: [Palts y Pedaste, 2020]	11
3	Razones para incluir el pensamiento computacional en el currículo escolar. Fuente: [Bocconi <i>et al.</i> , 2016b]	13
4	Ítem de ejemplo presente en el TPC. Fuente: [Román-González <i>et al.</i> , 2015]	20
5	Ítem de ejemplo presente en el test de aptitudes computacionales de la Universidad de Kent. Fuente: https://www.kent.ac.uk/ces/tests/computer-test.html	21
6	Etapas de desarrollo de visualización de datos con respecto al pensamiento computacional. Fuente: [Özkök, 2021].	25
7	Herramientas utilizadas durante la planificación y elaboración del taller realizado.	28
8	Participación inicial registrada con respecto al género de los alumnos. Fuente: Elaboración propia.	34
9	Participación inicial registrada con respecto al grado escolar de los alumnos. Fuente: Elaboración propia.	34
10	Participación inicial registrada con respecto al tipo de establecimiento escolar de los alumnos. Fuente: Elaboración propia.	35
11	Participación inicial registrada con respecto a la dependencia del establecimiento de los alumnos. Fuente: Elaboración propia.	36
12	Participación final registrada con respecto al grado escolar. Fuente: Elaboración propia.	37
13	Participación final registrada con respecto al género de los estudiantes. Fuente: Elaboración propia.	37
14	Espacio de trabajo en Notion con el material del taller de visualización de datos.	38
15	Servidor del taller de visualización de datos creado en discord.	39
16	Diapositivas elaboradas para la realización del taller de visualización de datos.	40
17	Ejemplo de clase subida a Edpuzzle.	40
18	Paso a paso realizado por un estudiante en el desarrollo del ejercicio ``Pequeñas piedras``.	44
19	Respuestas obtenidas a la pregunta "¿Qué fue lo que más te gustó del curso?". Fuente: Elaboración propia.	45
20	Respuestas obtenidas a la pregunta "¿Qué cosas cambiarías? ¿Por qué?". Fuente: Elaboración propia.	46

ÍNDICE DE TABLAS

1	Características del método educativo <i>Unplugged</i> . Fuente: [Kim <i>et al.</i> , 2019]	18
---	--	----

2	Habilidades del pensamiento computacional contextualizadas en el proceso de visualización de datos. Fuente: Elaboración Propia.	26
3	Contenidos del taller de Visualización de datos. Fuente: Elaboración propia .	30
4	Elementos del pensamiento computacional señalados por el juicio experto. Fuente: Elaboración propia	43
5	Elementos del pensamiento computacional señalados por el juicio experto. Fuente: Elaboración propia	47

INTRODUCCIÓN

El pensamiento computacional es la capacidad de formular y representar problemas para resolverlos mediante el uso de herramientas, conceptos y prácticas de la disciplina informática. Esta capacidad hace referencia a un conjunto de habilidades que nos permiten resolver problemas en nuestra vida diaria. Es un término relativamente nuevo y es el tema de mucha discusión en el ámbito educativo actual. Las investigaciones que se han realizado muestran que el pensamiento computacional es una habilidad muy valiosa que se está convirtiendo en un tema de creciente interés entre los investigadores de educación computacional, así como entre los científicos relacionados con la informática [Mohaghegh y Mccauley, 2016].

En el mundo son varios los países que han tomado medidas para combatir la llamada alfabetización digital que indica la carencia de habilidades relativas a la tecnología en la población. Generalmente las habilidades del pensamiento computacional son ligadas a la informática, ya que es en esta área donde nace su reconocimiento y la programación es el método más común por el que se suelen desarrollar. En Chile para capacitar a los profesionales existen algunos programas enfocados en el aprendizaje de programación en adultos y en el caso de los niños, aunque durante la etapa escolar no existe una materia específica en el currículo escolar, los medios para fomentar su desarrollo son a través de talleres o cursos impartidos como actividades extraprogramáticas en donde el enfoque es principalmente el aprendizaje de programación por bloques y de manera menos frecuente ejercicios relativos a actividades *unplugged* (desconectadas).

Esta memoria está compuesta por 5 capítulos en donde se propone un enfoque alternativo basado en visualización de datos como medio para fomentar el pensamiento computacional en estudiantes de enseñanza media. Para esto se identifican las relaciones existentes del proceso de visualización de datos con cada una de las habilidades que componen el pensamiento computacional y se presenta un conjunto de actividades elaboradas tomando como base las relaciones identificadas. El primer capítulo describe el problema que motiva el trabajo detallando factores y actores involucrados. En el capítulo 2 se describe la información que se maneja actualmente con respecto al pensamiento computacional: definiciones del concepto, como se fomenta a nivel internacional y nacional, métodos estudiados que permiten su desarrollo, métodos de evaluación. Además, en este capítulo se introduce la visualización de datos como disciplina y se describe la relación existente con el pensamiento computacional indicando como se puede fomentar su desarrollo a través de esta área de la informática. En el tercer capítulo se presenta la solución propuesta que consta de un taller de visualización de datos en donde se evaluarán aspectos cualitativos relacionados al pensamiento computacional. En el capítulo se detallan las herramientas a utilizar durante la solución junto a los instrumentos de medición considerados. En el capítulo 4 se describe como fueron desarrollados los elementos descritos en la propuesta junto a los resultados que se lograron obtener. Finalmente, en el capítulo 5 se exponen las conclusiones obtenidas por el autor junto al trabajo a futuro que se puede realizar a partir del trabajo desarrollado en esta memoria.

CAPÍTULO 1

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Contexto

La presencia de la pandemia del COVID-19 impulsó el aislamiento físico aumentando la necesidad de dominar escenarios digitales en las comunidades educativas. Esto resultó poner en evidencia la brecha digital existente y la carencia de una política que asegure la disponibilidad de equipos computacionales y un programa de formación docente que permita desarrollar competencias para la implementación de las habilidades TIC en las salas de clase ¹. En Chile se han establecido algunos planes para ayudar a los trabajadores a combatir la alfabetización digital como el plan "Digitalízate para el Trabajo 2021"². Esta situación hace notar la importancia del desarrollo del pensamiento computacional en etapas tempranas como lo es el entorno educativo. Los estudiantes requieren de habilidades para acceder a contenidos por medio de tecnologías digitales, dominar diversas plataformas virtuales, realizar trabajos autónomos y colaborativos, entre otros[Guiza y Bennasar, 2021].

1.2. Fomento del Pensamiento computacional

En el ámbito educativo esta capacidad puede aplicarse desde la etapa de Infantil y no sólo en materias relacionadas con la Ciencia o la Informática. También se puede integrar en otras asignaturas como Música, Inglés o Artes visuales, entre otras, ya que proporciona a los estudiantes una serie de herramientas, habilidades y estrategias para encontrar soluciones a los diversos problemas que se plantean. Los estudiantes aprenden razonamiento lógico, pensamiento algorítmico y técnicas de resolución de problemas. Con estas habilidades, los estudiantes tienen la posibilidad de aprender a programar, y de comprender cómo funcionan los distintos lenguajes computacionales y, por tanto, entender cómo funciona la computadora. Al mismo tiempo, ellos pueden aplicar este sistema de pensamiento a otros problemas, no solo a los relacionados con la informática ³. En este ámbito es importante que los estudiantes y maestros reconozcan que el pensamiento computacional es más que solo usar tecnología o informática. Es una forma de pensar, una manera de abordar problemas difíciles. Abordar todas las áreas de contenido a través de esta lente ayudará a garantizar

¹Noticias U. de Chile. Brecha digital y educación online: la pandemia no es igual para todos. <https://www.uchile.cl/noticias/164931/brecha-digital-y-educacion-online-la-pandemia-no-es-igual-para-todos>

²SENCE. Digitalízate para el trabajo. <https://www.sence.gob.cl/personas/noticias/atencion-otec-se-modificaron-los-plazos-de-la-licitacion-digitalizate-para-el-trabajo-2021-revise-aqui-0>

³Revista de Educación N° 388. http://www.revistadeeducacion.cl/revista_pdf/reveduc_388/files/assets/basic-html/page-13.html

que todos los estudiantes estén expuestos a estas valiosas habilidades y puedan tener éxito en nuestra sociedad global en constante evolución [Instructional y Roche, 2020].

En el marco de las políticas que promueven la incorporación y uso educativo de TIC en las escuelas chilenas, a fines del año 2011 el Ministerio de Educación evaluó las habilidades digitales en una muestra nacional de estudiantes de segundo año medio, a través de una prueba denominada SIMCE TIC. La prueba plantea problemas de gestión de información y comunicación en un ambiente digital, de manera de poder evaluar la capacidad de los estudiantes para buscar, analizar, producir y compartir información apoyándose en las herramientas computacionales. Los resultados de esta evaluación realizada en 2011 mostraron que cerca de la mitad de los estudiantes chileno no logra el nivel de habilidades establecidas como mínimas y que muy pocos alcanzan el nivel esperado. Estos resultados muestran claramente que el desarrollo de las habilidades digitales medidas en el SIMCE TIC requiere de nuevas políticas enfocadas en su promoción. Sin embargo, aún se cuenta con poca evidencia que indique cuáles son los contextos y experiencias específicas que favorecen el logro en este tipo de test, y que pudieran orientar las estrategias que debieran implementar las nuevas políticas [Mineduc., 2013, 255].

Cuando se habla del currículo escolar, es común encontrar que se utilizan las siglas K-12 para referirse al sistema educativo conformado por la escolarización primaria y secundaria. Se ha armado un continuo debate con respecto a la inclusión del pensamiento computacional en el currículo escolar K-12, en donde las preguntas más relevantes que se repiten son: ¿Debería ser enseñado como una materia específica, integrado a la educación STEM o como una materia transversal?, ¿Que enfoques pedagógicos pueden facilitar la introducción del pensamiento computacional en el currículo escolar k-12?, ¿Como debería ser evaluado el pensamiento computacional? ¿Qué se necesita para promover el pensamiento computacional en la educación k-12? [Bocconi *et al.*, 2016a].

En el marco de integración del pensamiento computacional en el currículo escolar chileno se han generado varias iniciativas para acercar la computación a los jóvenes por medio de la programación. En el año 2019 el Ministerio de Educación impulsó una iniciativa llamada "Plan Nacional de Lenguajes Digitales"⁴ cuyo objetivo consistía en promover la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en el sistema educativo para potenciar las habilidades de resolución de problemas e innovación en ambientes tecnológicos. Entre otras iniciativas de este tipo se encuentran las olimpiadas chilenas de informática (OCI), los proyectos de la fundación KODEA⁵ y la iniciativa Technovation Girls Chile⁶. Otro ejemplo son los talleres OCILabs⁷ cuyo fin en su nivel más básico es introducir a los estudiantes en el mundo de la programación mediante el desarrollo de distintos minijuegos utilizando el lenguaje visual de programación en bloques Scratch. En los niveles más avanzado la finalidad es introducir y luego profundizar los conocimientos relativos a la programación mediante el uso del

⁴Plan Nacional de Lenguajes Digitales. <https://sitios.mineduc.cl/lenguajesdigitales/que-es-el-plan.html>

⁵Kodea. <https://kodea.org/>

⁶Technovation Girls Chile. <https://technovation.cl/>

⁷OCILabs. <https://ocilabs.cl/>

lenguaje C++.

Al analizar los recursos que se utilizan en el ambiente educativo, es reconocida la programación como principal recurso del desarrollo de las habilidades del pensamiento computacional, esto es debido a la estrecha relación que existe entre los programadores y estas habilidades. Sin embargo, el uso de este único enfoque puede dar paso a que existan barreras de entrada que la informática pueda generar en los alumnos por falta de interés o por la dificultad de la curva de aprendizaje [Bell y Lodi, 2019].

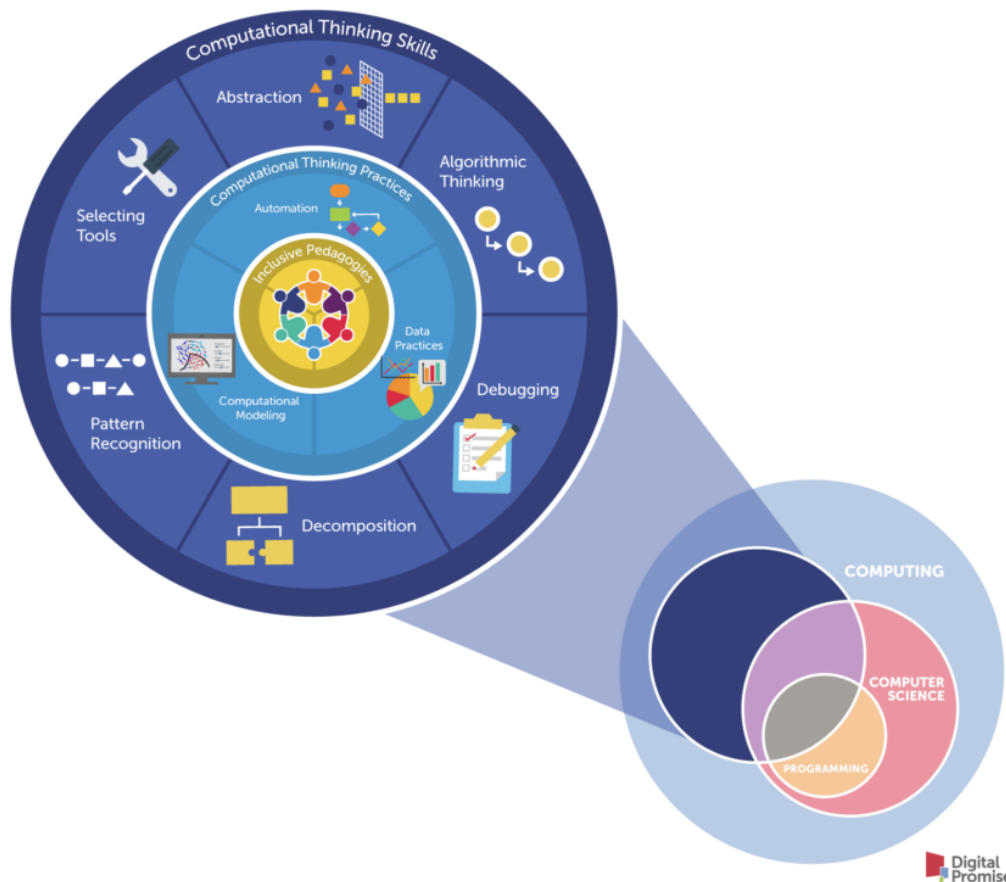


Figura 1: Marco de integración del pensamiento computacional. Fuente: <https://digitalpromise.org/>

Las prácticas computacionales están compuestas por actividades ligadas a la computación que requieren el utilizar en conjunto las habilidades del pensamiento computacional⁸. Entre estas prácticas se encuentran:

⁸Digital Promise. What is Computational Thinking?. <https://digitalpromise.org/initiative/computational-thinking/computational-thinking-for-next-generation-science/what-is-computational-thinking/>

- Programación
- Modelado computacional
- Visualización de datos

1.2.1. Importancia de la Visualización de datos

En cuanto a la visualización de datos, esta es una práctica que ayuda a las personas a comprender toda la información o datos que se generan hoy en día y es considerada una habilidad imprescindible debido a que en la actualidad un gran número de decisiones se toman considerando los datos existentes [Berinato, 2016]. Una buena visualización es esencial para analizar los datos y tomar decisiones basadas en ellos. Permite a las personas ver y comprender de forma fácil y rápida los patrones y relaciones, y detectar tendencias emergentes que podrían pasar desapercibidas con solo una tabla o una hoja de cálculo de números sin procesar. Y en la mayoría de los casos, no se requiere capacitación especializada para interpretar lo que se presenta en los gráficos, lo que permite que todo el mundo los comprenda⁹.

Hoy en día la situación es muy diferente a como era hace 20 años, existe una gran cantidad de datos en línea que pueden ser analizados y visualizados. Las visualizaciones de datos se pueden encontrar en todas partes, en publicaciones científicas, en periódicos y televisión, y en la web [Unwin, 2020].

Ahora no basta con que los informáticos sepan programar, también deben ser capaces de saber contar una historia que ayude a interpretar los datos desplegados en una visualización. Es por esto que en la actualidad son tan demandados los llamados *data scientist* (científico de datos), ya que mezclan el conocimiento en programación con la habilidad de interpretar y comunicar lo que quieren decir los datos [Lindoo, 2022].

Los gráficos toman un gran papel en la toma de decisiones y es importante educar a los futuros profesionales para que conozcan y comprendan los conceptos asociados, y de esta manera puedan crecer preparados en esta época en donde por el simple hecho de utilizar internet dejamos una huella digital que comprende una gran cantidad de datos. Saber entender y manejar los datos es una habilidad transversal hoy en día y la programación no debería ser una barrera para poder enseñar esta herramienta a las futuras generaciones. Es por esto que se reconoce la oportunidad de abordar el desarrollo de las habilidades del pensamiento computacional sin usar algún lenguaje de programación como recurso, de tal forma que aquellos estudiantes con intereses más diversos que no encuentren atractivo programar puedan explorar, analizar y resolver los problemas desde un área con un enfoque distinto.

⁹Oracle. ¿Qué es la visualización de datos? <https://www.oracle.com/cl/business-analytics/what-is-data-visualization/>

1.3. Reflexiones

Generando una ruta formativa con un enfoque distinto al tradicional se espera motivar a más personas a que puedan mejorar las habilidades que componen el pensamiento computacional, de tal forma de disminuir la brecha digital y generar nuevas formas de pensamiento, de igual forma analizar que tan efectivo resulta un enfoque basado en la visualización de datos en los estudiantes chilenos de enseñanza media. Mediante este enfoque es posible desarrollar o mejorar habilidades relacionadas al análisis de datos y *storytelling* prescindiendo del componente técnico involucrado en la programación.

En [Özüdoğru y Çakır, 2020] se realiza un estudio del *storytelling* en el ámbito educacional, en donde los resultados muestran como el capacitar en esta área a individuos, en este caso profesores, permite que logren realizar lecciones más entretenidas y de esta forma asegurar una mejor atención por parte de los estudiantes. Siguiendo este ejemplo sería posible enseñar durante el ciclo escolar este método de comunicación de la mano de la visualización de datos con el fin de poder generar individuos capaces de comunicar efectivamente un mensaje sin perder la atención de la audiencia.

De resultar efectivo, este enfoque quedará como ejemplo para poder ser replicado en establecimientos educacionales de Chile o mejorado por otros investigadores del área. Además, continuando con la idea de buscar formas alternativas de desarrollar pensamiento computacional, es posible abordar el problema desde otras áreas del saber y también analizar su efectividad. Un factor relevante a considerar en los estudiantes es el grado de motivación que pueden generar un enfoque basado en programación en comparación a uno alternativo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

El objetivo general de esta memoria consiste en diseñar una ruta formativa para enseñar visualización de datos a estudiantes de enseñanza media mientras se desarrollan habilidades del pensamiento computacional

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar habilidades del pensamiento computacional que contribuyen a resolver problemas de visualización de datos
- Desarrollar ejercicios de visualización de datos que permitan desarrollar habilidades específicas del pensamiento computacional
- Verificar si la ruta formativa diseñada fortalece las habilidades del pensamiento computacional

CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL

Este capítulo se encarga de repasar distintas definiciones que se han declarado del pensamiento computacional, analizar el impacto de esta habilidad en la educación a nivel mundial, contextualizar su estudio en el sistema educacional de Chile, mencionar alternativas para fomentar su desarrollo y comentar algunos instrumentos de medición existentes para medir la aptitud de los estudiantes. Además se define la visualización de datos como materia de aprendizaje y la relación de sus conceptos con el estudio del pensamiento computacional.

2.1. Pensamiento computacional

El pensamiento computacional es un término que con el pasar del tiempo y principalmente debido al auge de la tecnología ha ido tomando cada vez más relevancia en la sociedad. Ha sido reconocido como un conjunto de habilidades importante a desarrollar para la resolución de problemas que puede aplicarse a diversas áreas de conocimiento.

Jeannette M. Wing, vicepresidenta de Microsoft Research fue quien popularizó el término durante el año 2006 declarando que pensar como informático es más que programar, este pensamiento requiere pensar en múltiples niveles de abstracción. En su trabajo indica que considera esta habilidad como un recurso esencial a enseñar a los estudiantes [Wing, 2006]. En su definición Wing presenta el pensamiento computacional como:

"El proceso de pensamiento involucrado en la formulación de problemas y sus soluciones para que las soluciones estén representadas en una forma que pueda ser efectivamente llevada a cabo por un agente de procesamiento de información"[Wing, 2011].

Tiempo después comentando sobre los beneficios del pensamiento computacional en la sociedad, Wing declaró:

"Informalmente, el pensamiento computacional describe la actividad mental al formular un problema para admitir una solución computacional. La solución puede ser realizada por una persona o una máquina. Además, el pensamiento computacional no se trata solo de la resolución de problemas, sino también de la formulación de problemas."[Wing, 2014].

Adicionalmente es posible encontrar otras definiciones como:

- El pensamiento computacional puede ser definido como los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas de tal forma en que sus soluciones puedan ser representadas como secuencias de instrucciones y algoritmos[Aho, 2012].

- El pensamiento computacional es el proceso de reconocer aspectos de computación en el mundo que nos rodea, y aplicar herramientas y técnicas desde la ciencia de la computación para comprender y razonar acerca de sistemas y procesos artificiales y naturales [RoyalSociety, 2012].
- Los procesos de pensamiento creativos y disciplinados involucrados en imaginar y anticipar, identificar y formular problemas de manera que sus soluciones sean compatibles con la tecnología de procesamiento de información (informática) actual y futura[Garrigan, 2020].

El pensamiento computacional considera las siguientes capacidades[Sarmiento, 2016] :

- Comprender como se puede dar solución a un problema o parte de un problema haciendo uso de herramientas computacionales.
- Conocer la utilidad y las limitaciones que la computación tiene para dar solución a problemas.
- Utilizar herramientas computacionales de manera creativa en cualquier área.
- Dar nuevas utilidades a las herramientas de cómputo.
- Descomponer grandes problemas en subproblemas para darles soluciones efectivas.

Además, de otras fuentes se extrae que se considera que el pensamiento computacional es un proceso de solución de problemas que incluye (pero no se limita a) las siguientes características:[ISTE y CSTA,]

- Formular problemas de manera que permitan usar computadores y otras herramientas para solucionarlos
- Organizar datos de manera lógica y analizarlos
- Representar datos mediante abstracciones, como modelos y simulaciones
- Automatizar soluciones mediante pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados)
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objeto de encontrar la combinación de pasos y recursos más eficiente y efectiva
- Generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas a una gran diversidad de estos

Es posible encontrar definiciones que consideran habilidades manteniendo un enfoque en las tareas realizadas en la programación y en los procesos cognitivos que se ven involucrados. En [Selby, 2015] es posible encontrar los siguientes conceptos como habilidades que conforman el pensamiento computacional:

- Generalización: la habilidad para expresar la solución de un problema en términos genéricos, la cual pueda ser aplicada a diferentes problemas que comparten algunas de las mismas características como el problema original.
- Descomposición: fraccionar a piezas más pequeñas, fáciles de resolver, partes de un problema.
- Abstracción: habilidad para decidir qué detalles de un problema son importantes y qué detalles se pueden omitir.
- Diseño Algorítmico: habilidad para crear un conjunto de instrucciones que indiquen paso a paso la solución de un problema.
- Evaluación: habilidad para reconocer y determinar los alcances de realizar procesos, en términos de eficiencia y uso de recursos.

De forma general son 4 las habilidades que son consideradas claves en el pensamiento computacional[Özkök, 2021]:

- Abstracción: Es la capacidad de simplificar un problema reduciendo sus partes o eliminando detalles innecesarios.
- Descomposición: Es la capacidad de pensar en un problema identificando las partes que lo componen, con el fin de comprender, desarrollar y evaluar soluciones para dichos componentes.
- Reconocimiento de patrones: Consiste en identificar partes, similitudes y conexiones, de tal forma de poder aprovechar esas características en común y proponer soluciones replicadas de forma rápida y ágil.
- Pensamiento algorítmico: Consiste en reconocer problemas similares y aplicar una secuencia de pasos para solucionar estos problemas de forma sistemática.

En la figura 2 es posible notar como son aplicadas en las etapas del proceso de resolución de problemas las distintas habilidades del pensamiento computacional:

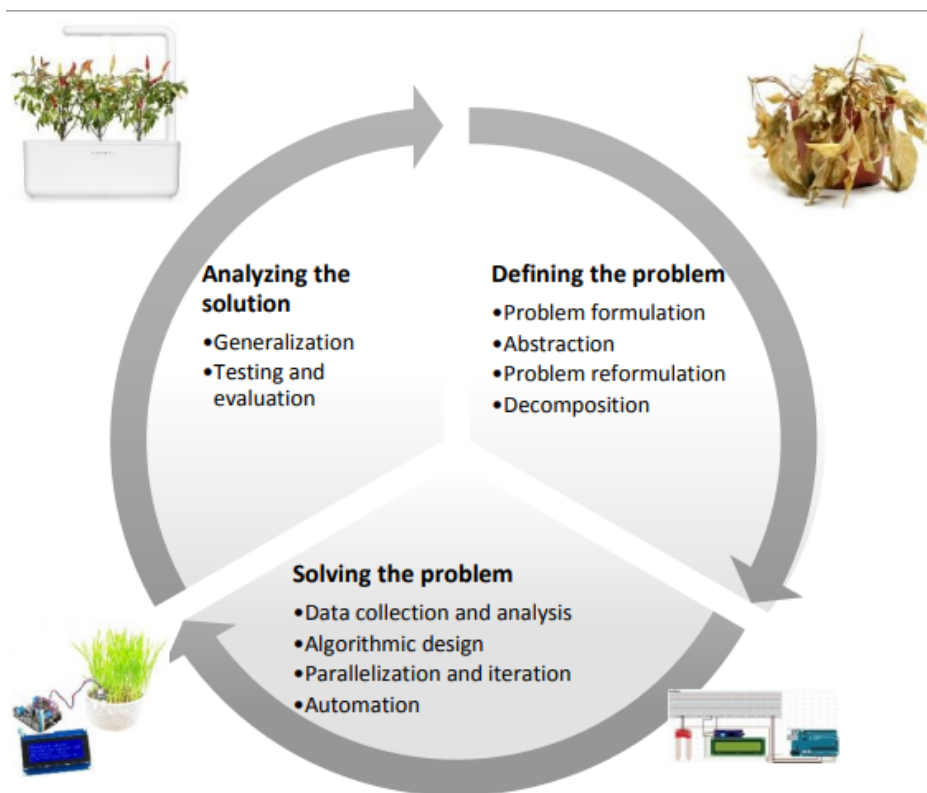


Figura 2: Etapas del pensamiento computacional en la resolución de problemas. Fuente: [Palts y Pedaste, 2020] .

2.2. Pensamiento computacional en la educación

El pensamiento computacional es una habilidad fundamental que debe dominarse desde la educación inicial hasta la educación superior para resolver de manera efectiva los problemas en el mundo de la tecnología digital. Es una característica que es fundamental en las ciencias de la computación, pero también puede ser aplicada a otras áreas como las matemáticas, la psicología, el arte e incluso la vida diaria[Einhorn, 2012]. Un factor importante a considerar es que los profesores antes de enseñar esta habilidad, deben estar capacitados en como usar estas habilidades en la enseñanza y como desarrollar recursos que permitan a los estudiantes aprender. [Bower *et al.*, 2017]. Los educadores han dividido las estrategias para enseñar en dos enfoques principales: *teacher-centred* y *student-centred*.

El primer enfoque consiste en que los profesores introduzcan los contenidos específicos que valen la pena de ser estudiados, mientras los estudiantes esperan de forma pasiva adquirir los conocimientos. Con el enfoque centrado en estudiantes el profesor mantiene su autoridad, pero toma un rol más como un facilitador para que los estudiantes tomen un rol más activo y colaborativo durante su propio aprendizaje [Kauchak y Eggen, 2011]. El enfoque centrado en profesores suele ser beneficioso para los estudiantes en la introducción de

conceptos, sin embargo, el centrado en estudiantes toma un papel crítico en la consolidación del aprendizaje de los estudiantes de informática, al tener más espacio para desarrollar su creatividad y tener oportunidades para aprender con sus pares [Bower, 2011].

Cuando hablamos de pensamiento computacional en la educacional no se puede dejar de mencionar el concepto STEM que hace referencia a habilidades transversales para la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Este concepto ha adquirido gran importancia en la última década debido a que varios países aplican o tienen pensado aplicar algunas de sus variantes. A través de la metodología STEM, los estudiantes pueden desarrollar habilidades como [Gonzalez Medina, 2019]:

- Resolución de problemas
- Creatividad y emprendimiento
- Análisis crítico
- Trabajo en equipo
- Razonamiento lógico y matemático
- Aprender de los errores
- Comunicación y colaboración
- Alfabetización digital

De las competencias mencionadas, el concepto referente a la alfabetización digital corresponde a preparar a las futuras generaciones para analizar y resolver los problemas haciendo uso del pensamiento computacional. En los últimos años son varios los países que han ido preparando sus sistemas educacionales para incluir la enseñanza del pensamiento computacional en sus aulas. En un estudio sobre la importancia de incluir esta disciplina en el currículo escolar, fueron encuestados los ministerios de educación de distintos países[Bocconi *et al.*, 2016b], en esta encuesta las principales razones indicadas fue el fomento de habilidades de pensamiento lógico y el fomento de las habilidades de resolución de problemas. Otros puntos razones que se repetían son el fomento de otras competencias claves y el fomento de habilidades de codificación y programación.

	Austria	República Checa	Dinamarca	Finlandia	Francia	Grecia	Hungría	Italia	Lituania	Polonia	Portugal	Suiza	Turquía
Fomento de las habilidades de pensamiento lógico													
Fomento de las habilidades de resolución de problemas													
Fomento de otras competencias claves													
Atracción de más estudiantes hacia las Ciencias de la Computación													
Fomento de las habilidades de codificación y programación													
Fomento de la empleabilidad en el sector TIC													

Figura 3: Razones para incluir el pensamiento computacional en el currículo escolar. Fuente: [Bocconi et al., 2016b] .

2.2.1. Pensamiento computacional en Chile

En cuanto al pensamiento computacional en Chile, nos encontramos que no existe una asignatura dedicada en el sistema educacional, pero que existen instituciones y organizaciones que por medio de talleres o cursos se han encargado de fomentar su desarrollo tanto en alumnos de primaria y secundario como en docentes y profesionales de diversas áreas. Algunas iniciativas son:

- Proyecto CODE en Chile¹⁰: Esta propuesta se basa en el uso de recursos educativos disponibles gratuitamente en la web. Propone utilizar la plataforma CodeStudio que permite a estudiantes desde temprana edad trabajar con conceptos de la ciencia de la computación y la programación. A su vez, permite a los docentes gestionar y monitorear el avances de sus alumnos.
- Desarrollo del Pensamiento Computacional en Aula Escolar¹¹: Curso orientado a pro-

¹⁰UCE. Proyecto CODE en Chile. <https://www.curriculumnacional.cl/estudiantes/Aprendo-en-linea/Programa-CODE-ORG/240762:Proyecto-CODE-en-Chile>

¹¹Educación Chile. Desarrollo del Pensamiento Computacional en Aula Escolar. <https://www.educacionchile.cl/curso-presencial-desarrollo-del-pensamiento-computacional-en-aula-escolar/>

fesionales y estudiantes de educación, docentes, psicopedagogos/as, educadores/as diferenciales, asistentes en aula y educadoras/es de párvulo. Tiene el objetivo de adquirir habilidades y manejo del pensamiento computacional para utilizarlo para la resolución de problemas. Utiliza como recurso Scratch para desarrollar los ejercicios del curso.

- C^{100} ¹²: Iniciativa de un grupo de académicos y alumnos interesados en lograr que la computación sea una rama más en los colegios de Chile. En sus intereses se encuentra: Acercar la computación a áreas relacionadas con la tecnología, incorporar y fomentar los conceptos de pensamiento computacional en los programas oficiales del Ministerio de Educación de Chile y crear una comunidad en torno a la educación de la computación en Chile.
- Chile Programa¹³: Iniciativa que reúne a diversas organizaciones privadas y públicas con experiencias educativas en torno al pensamiento computacional y la programación en niños, adolescentes y docentes.
- Kodea¹⁴: Fundación que potencia la generación de talentos para el mundo digital, fomentando un desarrollo tecnológico más inclusivo, la búsqueda de habilidades computacionales en grupos de personas que están marginados de esta formación y una educación que promueva desde la adopción de la tecnología de la información hasta la creación tecnológica, para apoyar la transición de Chile a la economía del conocimiento y enfrentar los desafíos de la era digital.
- Technovation Girls Chile¹⁵: Iniciativa que nace con el propósito de impulsar el interés de niñas y adolescentes chilenas por el desarrollo de nuevas tecnologías y la innovación digital

2.3. Desarrollo del pensamiento computacional

La tecnología digital ha cambiado la forma en que las personas piensan y trabajan. La informática ha contribuido al desarrollo científico y tecnológico de nuestra sociedad y de la revolución digital. El pensamiento computacional se ha convertido en un foco a considerar en el campo educacional. Un elemento que surge en los debates acerca del tema, es la influencia positiva que tiene el desarrollo de las habilidades generales de pensamiento. Las dos tendencias a considerar para incluir el pensamiento computacional en el currículo escolar son: Fomentar el pensamiento computacional para impulsar el crecimiento económico preparando a la población para futuros empleos y desarrollar el pensamiento computacional en niños y jóvenes para que sean capaces de pensar de una forma diferente, resolver problemas y analizar momentos cotidianos desde una perspectiva distinta.[Bocconi *et al.*, 2016a].

¹² C^{100} . <http://c-100.cl/>

¹³Chile Programa. <https://www.chile-programa.cl/>

¹⁴Kodea. <https://kodea.org/>

¹⁵Technovation Girls Chile <https://technovation.cl/>

Investigadores y educadores de las ciencias de la computación han trabajado sobre las diversas descripciones existentes del pensamiento computacional. Los siguientes elementos actualmente son considerados como la base del plan de estudio del pensamiento computacional en el currículo [Grover y Pea, 2013]:

- Abstracciones y generalizaciones de patrones (incluidos modelos y simulaciones)
- Tratamiento sistemático de la información
- Sistemas de símbolos y representaciones
- Nociones algorítmicas de flujo de control
- Descomposición de problemas estructurados (modularización)
- Pensamiento iterativo, recursivo y paralelo
- Lógica condicional
- Restricciones de eficiencia y rendimiento
- Depuración y detección sistemática de errores.

Del listado anterior es posible desprender que la programación no es una habilidad fundamental en las ciencias de la computación y una herramienta de apoyo a las tareas cognitivas asociadas al pensamiento computacional, sino que es una forma de demostración de las competencias computacionales.

La mayoría de trabajos enfocados en la implementación del pensamiento computacional representan intentos de desarrollar actividades prácticas de aprendizaje que resultan efectivas para fomentar habilidades y competencias que caracterizan el pensamiento computacional. En cuanto al tipo de actividad, la mayoría de autores se enfoca en herramientas orientadas a la resolución de problemas a través de tareas de programación, generalmente realizadas en entornos o herramientas que no requieren codificación en un lenguaje formal (Ej: Scratch). Algunos ejemplos de trabajos previos importantes de mencionar son:

- [Weintrop *et al.*, 2015] propone el desarrollo del pensamiento computacional en un curso STEM. Los hallazgos indican que no existen diferencias en la aptitud entre niños y niñas, pero sí existen diferencias en la actitud y percepción del pensamiento computacional.
- [Yevseyeva y Towhidnejad, 2012] tiene como objetivo analizar las ventajas del pensamiento computacional en estudiantes sin estudios previos de informática, organizando actividades colaborativas para ayudar a descomponer problemas en pasos manejables, emplear la abstracción para lidiar con la complejidad, reconocer patrones y crear algoritmos escalables para resolver problemas reales.

- [Taub *et al.*, 2014] considera la abstracción como un elemento común entre el pensamiento computacional y la física, y planifica una actividad de resolución de problemas de física apta para resaltar diferentes niveles de abstracción.

Las opciones que se han barajado para incorporar el desarrollo de las habilidades del pensamiento computacional en el currículo escolar han sido la implementación de un curso dedicado específicamente a trabajar estas habilidades o el desarrollar una metodología para incluir actividades que requieran usar estas habilidades en asignaturas que ya son parte del currículo. La segunda opción cabe dentro del modelo STEM en donde las habilidades son incluidas en las asignaturas de matemáticas y ciencias, debido al componente indispensable de la computación en estas áreas[Henderson *et al.*, 2007].

El uso de las habilidades del pensamiento computacional en la educación STEM permite su aplicación a un contexto real, lo que difiere al caso de enseñarlas en un curso específico de pensamiento computacional, en donde el medio de enseñanza es comúnmente a través de la programación distando la aplicación al mundo real. La sensación de aplicabilidad al mundo real es considerada un factor importante a la hora de motivar a la participación en disciplinas asociadas a las ciencias de la computación[Margolis *et al.*, 2000]. Otro factor importante de mencionar en la motivación de llevar el pensamiento computacional a la educación STEM es el alcanzar una mayor audiencia femenina de tal forma de reducir el sesgo que existe en las carreras relacionadas a la computación[Margolis *et al.*, 2017].

Se han tomado diversas alternativas en la enseñanza del pensamiento computacional de tal forma de poder enseñarles a los estudiantes a: describir un problema, identificar detalles importantes que son necesarios para la resolución del problema, dividir el problema en pequeños pasos lógicos, organizar los pasos para crear un proceso(algoritmo) que resuelva el problema y finalmente evaluar el proceso diseñado. Países como Reino Unido, Lituania, Finlandia, Corea y Japón han reconocido la importancia del pensamiento computacional y han implementado cambios en el currículo escolar para integrar el desarrollo de estas habilidades en la formación de sus estudiantes[Seow *et al.*, 2019].

2.3.1. Tareas Bebras

Atraer a la juventud para que decidan estudiar ciencias de la computación o informática en la escuela secundaria siempre ha sido un desafío para los educadores de esta área. La idea de desarrollar una actividad relativa a la informática para escolares se originó en el Instituto de Matemáticas e Informática de Lituania. Esta actividad se ha extendido para convertirse en un desafío que se lleva a cabo en más de 50 países. Este desafío cuyo nombre en lituano es Bebras (en español Castor), fue llamado de esta forma en relación a características del animal castor, algunas de estas son el ser trabajador, inteligente, buscador de metas y vivaz [Dagienė y Futschek, 2008].

Esta iniciativa surge como un modelo de construcción de comunidades de educación en el

ámbito de la informática y está diseñado para promover el aprendizaje de las ciencias de la computación en las escuelas mediante la resolución de tareas breves basados en conceptos del pensamiento computacional, ya que junto al objetivo de motivar a los estudiantes a interesarse más en el área de la informática está también el objetivo de desarrollar el pensamiento algorítmico y otras habilidades. De acuerdo con los autores, las tareas son el componente más importante para el desarrollo del pensamiento computacional. Según los requisitos, cada tarea de Bebras debe incluir al menos un concepto informático, atraer la atención de los niños mediante una historia, imagen o interactividad, ser corta (caber dentro de una pantalla de computadora) y no requerir conocimientos técnicos específicos.

Las tareas Bebras son categorizadas en términos de los conceptos que se cubren y también pueden incluir una categorización por habilidad de pensamiento computacional. Para ayudar a los profesores a desarrollar lecciones, cada tarea incluye una explicación de cómo se relaciona la tarea con la informática. Esto también puede ayudar a los profesores que no tienen plena confianza en el tema en torno a las tareas y contribuir a su propio desarrollo profesional [Dagiené y Sentance, 2016]. Además, las tareas pertenecientes al desafío Bebras son organizadas en distintas categorías de acuerdo a la edad y/o grado escolar de los estudiantes. Las categorías sugeridas por el sitio web¹⁶ de la iniciativa son las siguientes:

- Pre-Primary (5-8 años)
- Primary (8-10 años)
- Benjamins (10-12 años)
- Cadets (12-14 años)
- Juniors (14-16 años)
- Seniors (16-19 años)

2.3.2. Pensamiento computacional Unplugged

El término *Computational thinking Unplugged* (Pensamiento computacional desconectado) es acuñado por Tim Bell, Ian H. Witten y Mike Fellows, quienes iniciaron una colección de 20 actividades descritas como “aprendiendo informática sin computadoras” bajo la idea de presentar ideas y problemas de las ciencias de la computación con lapices, materiales ordinarios y actividades simples [Bell *et al.*, 1998]. A lo largo de los años su trabajo ha sido traducido a más de 20 lenguajes, adaptado a diferentes culturas, contextos de aprendizaje y características de los alumnos (E.j. edad, necesidades especiales), así como también se han añadido nuevas actividades.

¹⁶Bebras. <https://www.bebbras.org/>

"Nosotros hemos encontrado que muchos de los conceptos importantes pueden enseñarse sin necesidad de usar una computadora—de hecho, a veces el equipo no es más que una distracción para el aprendizaje." [Bell et al., 2008]

Las actividades *unplugged* hacen referencia a desarrollar pensamiento computacional y conceptos pertenecientes a las ciencias de la computación sin el uso de dispositivos computacionales. Algunas formas en que se ha realizado es a través de juego de roles, manipulación de objetos del mundo real (post-it, notas adhesivas, cartas, bloques de madera) y acciones físicas del cuerpo, entre otras. [Aranda y Ferguson, 2018]

Hay una serie de estudios que utilizan el método de computación *Unplugged* en Corea, y estos estudios muestran que los estudiantes pueden aprender los principios de la informática a través del juego. Es particularmente útil para comprender cómo funcionan las computadoras, lo que puede ser abstracto. Además, es un método educativo adecuado para estudiantes de grado inferior que no están familiarizados con la informática, ya que es fácil y divertido aprender los principios de la informática [Kim et al., 2019].

No requiere computadoras	Las actividades desconectadas no requieren un computador.
Verdadera informática	Una actividad adicional es aprender sobre el concepto y el principio de la informática práctica.
Aprender haciendo	Aprender constructivamente a través de actividades sustanciales e inductoras.
Diversión	Incluya elementos que puedan despertar el interés y la curiosidad de los alumnos.
Sin equipamiento especializado	Utilice herramientas que sean de fácil acceso a nuestro alrededor.
Variedad	Las actividades desconectadas se pueden desarrollar de nuevo con diversos materiales y métodos.
Para todos	Es una manera para que cualquier persona de cualquier edad aprenda informática.
Cooperación	Las actividades desconectadas son más apropiadas para el aprendizaje cooperativo.
Actividades independientes	Aplicar un principio a una actividad en la enseñanza.
Resiliencia	Las actividades desconectadas son flexibles a varios comportamientos de los estudiantes.

Tabla 1: Características del método educativo *Unplugged*. Fuente: [Kim et al., 2019]

2.4. Métodos de evaluación del pensamiento computacional

Si bien el pensamiento computacional ha sido situado como un elemento importante a incorporar dentro de las habilidades que se deben desarrollar durante el periodo educativo, no existe aún un consenso internacional acerca de como definir el pensamiento computacional, ni tampoco incorporarlo a los sistemas educativos. Además no existe un consenso cuando se habla de medir y evaluar esta habilidad. Debido a este hecho son diversas las herramientas de evaluación que se han desarrollado a lo largo de los años.

El cuestionario llamado Test de pensamiento computacional (TPC) [Román-González *et al.*, 2015], validado por expertos de la UNED¹⁷, está conformado por 7 páginas en donde cada una cuenta con 4 preguntas, tiene por objetivo medir el nivel de aptitud-desarrollo del pensamiento computacional en el sujeto y la población objetivo son los estudiantes de entre 12 y 13 años. Esta prueba cuenta con un tiempo máximo de realización de 45 minutos. La definición operativa del pensamiento computacional bajo la que se elaboró esta herramienta de medición es:

"El pensamiento computacional es la capacidad de formular y solucionar problemas apoyándose en los conceptos fundamentales de la computación, y usando la lógica-sintaxis de los lenguajes informáticos de programación: secuencias básicas, bucles, iteraciones, condicionales, funciones y variables." [Román-González *et al.*, 2015]

Cada uno de los ítems del cuestionario está diseñado para abarcar las siguientes dimensiones:

- **Concepto computacional abordado:** Cada ítem aborda uno o más de los siguientes conceptos:
 - Direcciones básicas
 - Bucles-'repetir veces'
 - Bucles-'repetir hasta'
 - Condicional simple-'if'
 - Condicional compuesto-'if/else'
 - Mientras que-'while'
 - Funciones simples
- **Entorno-Interfaz del ítem:** Los ítems del TPC se presentan en alguno de los siguientes dos entornos gráficos:
 - 'El Laberinto'
 - 'El Lienzo'

¹⁷UNED. <https://www.uned.es/universidad/inicio/institucional.html>

- **Estilo de las alternativas de respuesta:** En cada ítem, las alternativas se pueden presentar en alguno de los siguientes estilos:
 - 'Visual por flechas'
 - 'Visual por bloques'
- **Existencia o inexistencia de anidamiento:** Dependiendo de si la solución del ítem involucra o no una secuencia de comandos-órdenes con conceptos computacionales anidados:
 - Con conceptos computacionales anidados
 - Sin conceptos computacionales anidados
- **Tarea requerida:** Dependiendo de cuál de las siguientes tareas cognitivas es necesaria para la resolución del ítem:
 - 'Secuenciación': Enunciar de manera ordenada una serie de comandos-órdenes
 - 'Completamiento': Completar un conjunto incompleto de comandos previamente dado
 - 'Depuración': Depurar('debug') un conjunto incorrecto de comando previamente dado

En la siguiente figura se puede apreciar como ejemplo uno de los ítems presentes en el test mencionado (Ver figura 4):

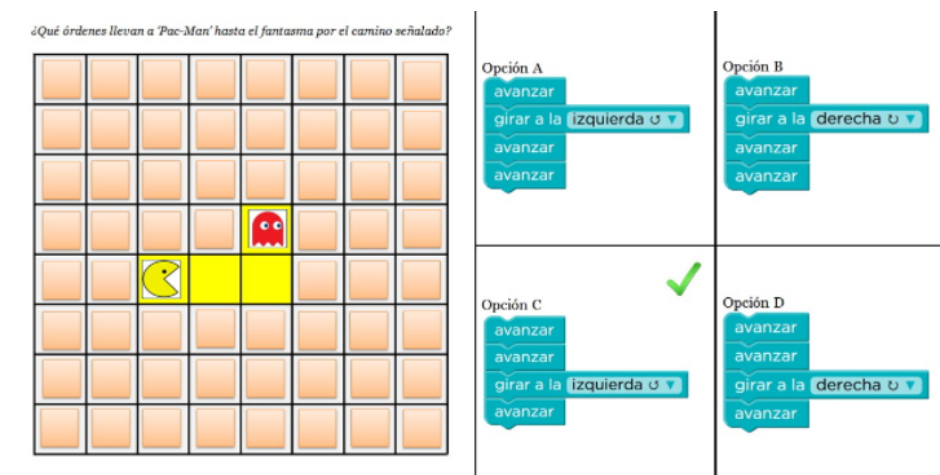


Figura 4: Ítem de ejemplo presente en el TPC. Fuente: [Román-González *et al.*, 2015] .

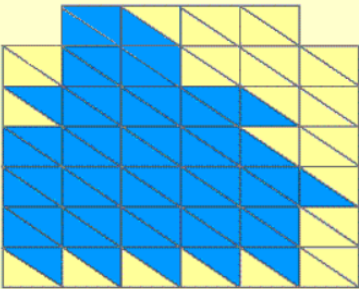
Otra forma de evaluación reconocida es el test de aptitud de pensamiento computacional de la universidad de Kent¹⁸, esta cuenta con 26 preguntas y tiene una duración de 25 minutos . Este test es una evaluación híbrida, es decir, consta de elementos relacionados con

¹⁸University of Kent. Computer Programming Aptitude Test. <https://www.kent.ac.uk/ces/tests/computer-test.html>

el razonamiento lógico, la resolución de problemas numéricos, el reconocimiento de patrones, la capacidad de seguir procedimientos complejos y la atención a los detalles. La prueba involucra:

- Pensamiento lógico y resolución de problemas: la resolución de problemas numéricos es análoga a la resolución de problemas requerida en la programación.
- Reconocimiento de patrones y sintaxis: Implica reconocer similitudes y diferencias en cadenas de caracteres y números, comprender representaciones gráficas de procedimientos y símbolos, encontrar qué elemento no coincide con los elementos correspondientes y verificación de información y atención al detalle: un solo punto y coma fuera de lugar o corchete puede bloquear un programa.
- Capacidad para seguir procedimientos complejos: implica seguir instrucciones y reglas codificadas, secuenciar eventos en un orden lógico, clasificar y manipular listas de elementos de acuerdo con instrucciones específicas, decidir cómo un conjunto de instrucciones afecta a otro e interpretar diagramas de flujo.

En la siguiente figura se puede apreciar como ejemplo uno de los items presentes en el *Computer Programming Aptitude Test* de la Universidad de Kent (Ver figura 5):



6) What percentage of this shape is blue (to nearest percent)?

Next Question
Previous Question

60 63 66 69 72 75

Time Left: 24 minutes 48 seconds Get Your Score

Figura 5: Ítem de ejemplo presente en el test de aptitudes computacionales de la Universidad de Kent. Fuente: <https://www.kent.ac.uk/ces/tests/computer-test.html>.

2.5. Visualización de datos

La visualización de datos es el proceso de traducir grandes conjuntos de datos y métricas en cuadros, gráficos y otros elementos visuales. La representación visual resultante de los datos facilita la identificación y el intercambio de tendencias en tiempo real, valores atípicos y nuevos conocimientos sobre la información representada en los datos ¹⁹. Las visualizaciones ayudan a contar historias, al agrupar los datos en una forma más fácil de entender, destacando las tendencias y los valores atípicos. Una buena visualización cuenta una historia, eliminando el ruido de los datos y destacando la información útil. La creación de una visualización efectiva cuenta con los siguientes pasos[Steele e Iliinsky, 2010]:

- **Formular la pregunta:** Se establece la pregunta que se espera responder por medio de las visualizaciones generadas.
- **Reunir la información:** Generalmente se comienza con un conjunto de datos, el cual debe ser organizado y analizado de tal forma de poder encontrar patrones o extraer información específica que se desee retratar.
- **Aplicar una representación visual:** Se deben tomar decisiones acerca de que tipo de representación visual de los datos ayudará a los espectadores a comprenderlos.

Hace una década esta habilidad era considerada como una *nice-to-have skill*(habilidad que es bueno tener), pero hoy en día con los datos viajando a gran velocidad y en cantidades tan abrumadoras, ha tomado tal relevancia que los especialistas la consideran una *must-to-have skill*(habilidad que se debe tener), y son varios los autores que consideran la visualización de datos como una habilidad imprescindible debido al aporte que entrega en el análisis de datos y en la toma de decisiones, permitiendo interpretar grandes volúmenes de datos aplicando una capa visual de abstracción [Berinato, 2016].

En [Hollingworth *et al.*, 2012] se menciona el hecho de que paulatinamente el desarrollo de habilidades en la educación superior y en el ámbito profesional ha sido enfocado de forma *data-driven* (guiado por datos), es decir, que desde hace una década la comunidad ha tomado consciencia de que al igual que la industria laboral, la educación superior está cambiando hacia la toma de decisiones basada en datos, por lo que existe una necesidad emergente de desarrollar la capacidad de datos y la alfabetización digital en la educación superior.

La representación de los datos es la forma en que se decide mostrar datos a través de una elección de formas físicas. Estas formas pueden ser una línea, una barra, un círculo, o cualquier otra forma visual que sirva para retratar los atributos del conjunto de datos. La presentación de los datos va más allá de la representación, ya que integra a la representación la elección de colores, anotaciones y otras características [Kirk, 2016]. De esta forma es necesario mencionar los dos conceptos relevantes que surgen: Marcas y Canales.

¹⁹IBM. Data Visualization. <https://www.ibm.com/analytics/data-visualization>

- **Marcas:** Las marcas son elementos geométricos que representan ítems o relaciones. Ej: Puntos, líneas, áreas.
- **Canales:** Los canales son controlan la apariencia de las marcas. Pueden ser de magnitud para datos ordenados (largo, curvatura, volumen) o de identidad para datos categóricos (región espacial, forma, tono de color).

Para los profesionales es cada vez más valioso poder usar los datos para tomar decisiones y usar elementos visuales para contar historias con los datos para informar quién, qué, cuándo, dónde y cómo. Mientras que la educación tradicional normalmente dibuja una línea distinta entre la narración creativa y el análisis técnico, el mundo profesional moderno también valora a aquellos que pueden cruzar entre las dos: la visualización de datos se encuentra justo en el centro del análisis y la narración visual. Cada uno de los campos STEM se ve beneficiado de un buen entendimiento de los datos. Esto pone a la visualización de datos como una habilidad valiosa a adquirir por los profesionales.²⁰

El proceso de visualización de datos requiere que los usuarios exploren y analicen el conjunto de datos, identificando patrones, correlaciones y causalidades[Özkök, 2021]. De esta forma se reconoce una oportunidad para aprovechar la relación existente con las habilidades del pensamiento computacional y fomentar el desarrollo de las habilidades en los estudiantes de enseñanza media utilizando la enseñanza de visualización de datos.

2.5.1. Infografías

Las infografías son visualizaciones de datos que presentan información compleja de forma rápida y clara, que incluye carteles, fotos, mapas, gráficos y tablas. Las infografías son representaciones visuales que integran información derivada de datos y gráficos para transmitir un mensaje. Estas visualizaciones se utilizan con frecuencia para ayudar en la interpretación de datos [Naparín y Saad, 2017].

Una infografía combina elementos de visualización de datos con elementos de diseño gráfico y se ha convertido en un medio muy popular a la hora de difundir datos. Se han hecho estudios que indican que los sitios web pueden tener solo 50 milisegundos para causar una impresión positiva en los usuarios [Lindgaard *et al.*, 2006], y las opiniones sobre infografías pueden formarse dentro de los 500 milisegundos [Harrison *et al.*, 2015].

Gracias al potencial comunicativo e interactivo de la infografía, esta resulta ser un recurso didáctico útil para ser utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilita la comprensión de los contenidos curriculares, estimula el repaso o la ampliación de temas trabajados dentro del aula, motiva el conocimiento, la expresión y creatividad a partir del uso de las nuevas tecnologías para su elaboración y producción[Roney Aguirre *et al.*, 2015].

²⁰Tableau. What Is Data Visualization? Definition, Examples, And Learning Resources. <https://www.tableau.com/learn/articles/data-visualization>

Usar y crear infografías puede llegar a desarrollar habilidades de alfabetización visual y digital, lo que ayudará a los maestros a enseñar a los estudiantes a comprender y evaluar la información visual. Además, a través de la actividad de diseñar una representación visual de ideas complejas, se involucrarán con el contenido de manera sostenida, posiblemente profundizando su comprensión del mismo [Martix y Hodson, 2014].

2.6. Pensamiento computacional y visualización de datos

Aunque el pensamiento computacional es una capacidad que desarrollamos en la comunidad de informáticos, no es exclusiva de esta área, ya que sin darnos cuenta vemos aplicaciones de las distintas habilidades en varios aspectos de nuestra vida, como por ejemplo, al observar el mapa de las líneas del metro de Santiago, podemos notar que indica las paradas y las líneas a las que pertenecen, es decir, solo cuenta con los detalles que nos interesan y no información extra como la topología del terreno o la ubicación exacta de las paradas. En el ejemplo anterior es posible notar cómo usamos la abstracción y otras habilidades durante el proceso de diseño de una visualización.

Durante el año 2015, la empresa Google elaboró una guía de conceptos relativos al pensamiento computacional en donde reconoce entre estas actividades como la recolección, análisis y representación de los datos[Google, 2015]. Gran parte del procesamiento mental que se dedica al desarrollo de infografías tiene paralelos en el pensamiento computacional, los patrones de pensamiento que los científicos informáticos utilizan para resolver problemas. Las habilidades del pensamiento computacional tienen un valor más allá de la informática, ya que nos ayudan a abordar problemas y aplicar procesos para resolverlos. Esta habilidad puede ayudar a los estudiantes a practicar con conjuntos de datos de cualquier tamaño, manipular esos datos y representarlos en una infografía [Krauss, 2012].

Tal como se mencionó en la sección 1.2, la visualización de datos es considerada una práctica computacional, es decir, es una actividad que al realizarse implica combinar múltiples habilidades del pensamiento computacional para obtener soluciones a los problemas. Para comenzar con la creación de una ruta formativa enfocando el proceso de visualización de datos en desarrollar las habilidades del pensamiento computacional, antes es necesario el encontrar las relaciones existentes en las etapas de desarrollo de una visualización con el uso de pensamiento algorítmico, abstracción, descomposición y reconocimiento de patrones.

Özkök en su trabajo descompone las distintas etapas en la elaboración de una visualización reconociendo las habilidades del pensamiento computacional necesarias (Ver figura 6).

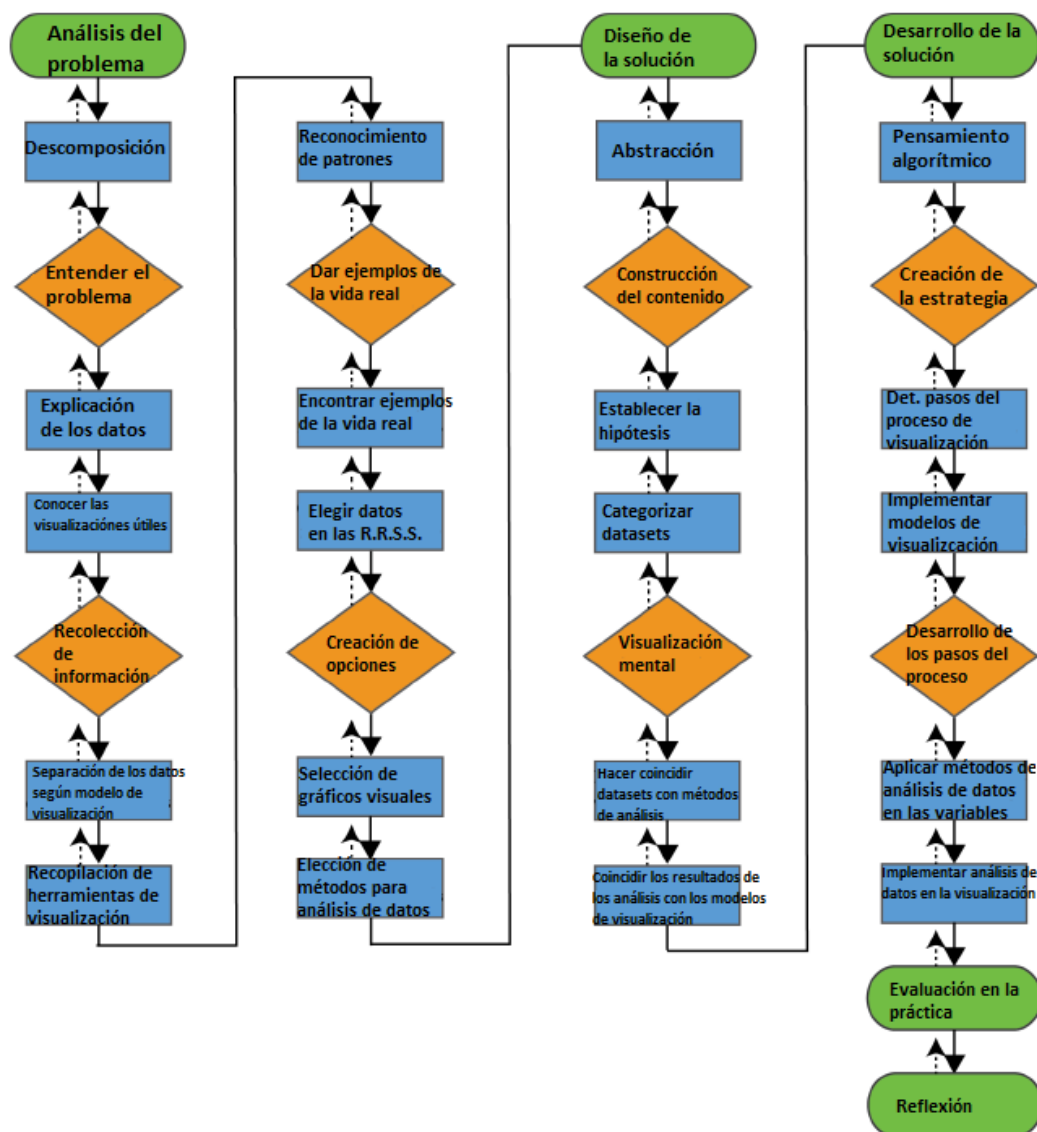


Figura 6: Etapas de desarrollo de visualización de datos con respecto al pensamiento computacional. Fuente: [Özkök, 2021].

En la figura 6 podemos notar que el autor reconoce 3 etapas en el proceso de visualización de datos: Análisis del problema, Diseño de la solución y Desarrollo de la solución. En estas etapas logra establecer un flujo en donde en manera secuencial van siendo utilizadas las habilidades del pensamiento computacional. En la figura se detallan algunos pasos adicionales, ya que el autor detalla el proceso de visualización de datos aplicado al desarrollo de un ejercicio en particular. Entre estos pasos extras se encuentran los relativos a encontrar ejemplos de los datos en la vida real.

El proceso a seguir durante el desarrollo de una visualización de datos requiere entender el

problema al que nos vemos enfrentados, recolectar la información necesaria relativa al tema, analizar que clase de visualizaciones se utilizan generalmente para entregar el mensaje que deseamos transmitir y presentar los datos recopilados de una forma que sea atractiva y convincente. Es necesario reducir la información recopilada a los detalles precisos para entregar el mensaje. Es posible descomponer los procesos cognitivos en el proceso mencionado y agrupar las etapas categorizando según la habilidad del pensamiento computacional que requieren. Las relaciones encontradas se encuentran contenidas en la siguiente tabla (Ver tabla 2).

Habilidad	Relación
Descomposición	Dividir el problema al que nos enfrentamos en partes. Ejemplo: Entender el problema que se tiene, recolectar la información necesaria, procesar los datos obtenidos y visualizarlos en alguna herramienta.
Reconocimiento de patrones	Analizar las visualizaciones generadas anteriormente para problemas similares y reconocimiento de patrones en los datos para obtener conclusiones útiles para el contexto.
Abstracción	Construcción mental de las visualizaciones. Haciendo uso de la creatividad simplificar el contenido de las tablas de datos seleccionando las que serán de utilidad para las visualizaciones y resumir las ideas principales a comunicar en las infografías.
Pensamiento algorítmico	Creación de la estrategia (secuencia de pasos) para desarrollar la visualización. Planear estrategia: Pensar en un problema, encontrar un conjunto de datos, filtrar columnas a visualizar, personalización de la visualización, creación de infografía.

Tabla 2: Habilidades del pensamiento computacional contextualizadas en el proceso de visualización de datos. Fuente: Elaboración Propia.

De la misma forma en que se pueden encontrar relaciones entre el pensamiento computacional y el proceso de visualización de datos, podemos identificar relaciones con el proceso de *storytelling*. En [Kordaki y Kakavas, 2017] los autores logran reconocer 4 etapas del proceso: Preparar el escenario, Diseñar la historia, Desarrollo digital de la historia y Evaluación de la historia. En dichas etapas identifican las 4 habilidades principales del pensamiento computacional junto a otras adicionales. En general, se reconoce la abstracción durante la elección del tópico y de la información relevante para la historia. La descomposición y el pensamiento algorítmico en la escritura de guiones y creación de *storyboards*. Y el reconocimiento de patrones en el manejo de herramientas durante el desarrollo de la historia.

Reconociendo estas relaciones es posible planificar actividades relacionadas a la elaboración de infografías combinando los elementos identificados en el proceso de visualización de datos y el proceso de *storytelling* con el fin de fomentar el desarrollo de habilidades específicas del pensamiento computacional.

Cuando hacemos referencia al uso de visualizaciones e infografías bajo un contexto orientado al pensamiento computacional, como precedente existe un estudio sobre como la visualización de datos implementada de manera *unplugged* para estudiantes de tercer año de primaria en Corea del sur. Bajo la hipótesis de que el proceso de organización y visualización de datos podría tener un gran efecto en estudiantes de primaria en cuanto al desarrollo de pensamiento computacional se realizó un curso de verano de 36 horas, durante 6 días, y fueron realizados test para medir la capacidad de pensamiento computacional de los asistentes antes del taller y post taller, en donde los resultados obtenidos lograron ser positivos para la hipótesis planteada [Kim *et al.*, 2019]. De manera similar este trabajo busca analizar la propuesta de realizar un curso a estudiantes de enseñanza media en formato principalmente online y asíncrono donde sea posible enseñar visualización de datos a medida que se evalúa el desarrollo del pensamiento computacional.

CAPÍTULO 3

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En esta sección se describe la metodología a utilizar para el diseño de la ruta formativa con el objetivo de fomentar el pensamiento computacional en los estudiantes de enseñanza media mediante actividades relacionadas con la visualización de datos. Para cumplir este objetivo se elaboró un taller que consta de 4 sesiones distribuidas durante un periodo de 4 semanas, abarcando temas. En las que previamente se les realiza un Pre Test de aptitudes del pensamiento computacional de tal forma de conocer el grado de habilidades de los estudiantes antes de iniciar con la actividad y así poder evaluar posteriormente tanto cualitativamente como cuantitativamente el taller realizado.

3.1. Taller de visualización de datos

El taller de visualización de datos corresponde a una iniciativa que busca motivar a jóvenes a introducirse en el mundo de la informática desprendiéndose de la necesidad de poseer conocimientos en programación.

3.1.1. Herramientas tecnológicas del curso

Para el desarrollo del taller se debe considerar el utilizar herramientas disponibles en la web de manera gratuita y que resulten no muy complicadas de dominar por los estudiantes que asistan. Teniendo en cuenta lo anterior fueron escogidas las siguientes tecnologías:



Figura 7: Herramientas utilizadas durante la planificación y elaboración del taller realizado.

- EdPuzzle: Plataforma web enfocada en la educación en la que se pueden incorporar preguntas a videos ingresados a través de un enlace de Youtube. Permite además asignar las lecciones a un grupo y programar fechas límites para el visionado de los videos ingresados.
- Notion: Plataforma de gestión de notas en donde es posible organizar todo el material correspondiente al curso, organizando mediante unidades las actividades programadas para cada semana.
- Discord: Software enfocado en chat que permite mantener una comunicación rápida y crear servidores para establecer comunicación con grandes grupos de personas.
- Flourish: Herramienta web para el desarrollo de visualizaciones de datos interactivas. Permite el generar diversos tipos de visualizaciones sin la necesidad de manejar algún lenguaje de programación.
- Canva: Herramienta web que permite el diseño de presentaciones, infografías y muchas más opciones de diseño.
- Miro: Plataforma de pizarra colaborativa online para reunir a los equipos/estudiantes.

3.1.2. Contenidos del taller

Los contenidos del taller han sido distribuidos en 4 semanas separando la materia a abordar en 4 tópicos:

- Datos
- Visualización de datos
- Visualizaciones físicas
- Infografías

Las sesiones están planeadas para ser realizadas de manera asincrónica, es decir, subiendo cápsulas y material a una plataforma en donde los estudiantes posean una semana para realizar las actividades propuestas. El plan de trabajo incluye una clase presencial correspondiente a la semana 3 (visualizaciones físicas), en donde se debe coordinar a los estudiantes para asistir a una clase y realizar una actividad de visualización de datos en formato *Unplugged*. Los contenidos planeados para cada una de las clases del taller son detallados en la tabla 5.

Semana	Clase	Contenido de la clase
1	Introducción	Bienvenida al taller e introducción al curso .
1	Datos	Definición de datos y presentación de los tipos de datos.
1	Conjuntos de datos	Definición de dataset y presentación de los tipos de dataset.
1	Análisis exploratorio de datos	Introducción al análisis exploratorio de datos y actividad de análisis.
2	¿Por qué visualizar?	Definición de visualización de datos, presentación de conceptos relativos a tareas y objetivos al visualizar.
2	¿Cómo visualizar?	Presentación de tipos de visualizaciones junto a sus características.
2	Flourish	Tutorial de la herramienta flourish enfocado en la realización de una actividad.
3	Visualizaciones físicas	Definición y ejemplos de visualizaciones físicas. Recolección de datos en dispositivos de puntos utilizando la herramienta Miro que provee una pizarra virtual y actividad de creación de visualizaciones físicas con los datos recolectados utilizando materiales provistos por el profesor.
4	Infografías	Definición de infografía y presentación de tipos de infografías.
4	Canva	Tutorial de la herramienta Canva enfocado en la realización de una actividad.

Tabla 3: Contenidos del taller de Visualización de datos. Fuente: Elaboración propia

3.2. Instrumentos de medición

Para poder generar una comparativa y poder analizar los resultados a obtener tras el desarrollo del taller de visualización de datos, es necesario realizar un test previo a la experiencia para poder tener datos de las aptitudes de pensamiento computacional de una muestra de estudiantes correspondiente a alumnos inscritos en los talleres OCILabs realizados en la Universidad técnica Federico Santa María durante el primer semestre del año 2022²¹. En la etapa posterior al taller de visualización de datos es necesario realizar otro test para tener datos cualitativos de las aptitudes de pensamiento computacional de los estudiantes de OCILabs que decidieron inscribirse en la experiencia propuesta en el taller de visualización. Todos los instrumentos de evaluación considerados en este trabajo fueron aplicados de forma re-

²¹OCI Labs <https://ocilabs.cl/>

mota, entre esos instrumentos se tienen los test aplicados, los ejercicios entregados y las encuestas aplicadas. Adicionalmente, para evaluar la efectividad de las actividades planificadas para el taller es necesaria la opinión de un juicio experto conformado por profesionales con conocimiento relativo al pensamiento computacional.

3.2.1. Pre-test

Previamente al comienzo de las actividades planificadas al taller, los alumnos inscritos deben rendir un test relativo al pensamiento computacional junto a una breve encuesta de tal forma de tener datos de los estudiantes que realizarán las actividades planteadas. El test de pensamiento computacional a utilizar para realizar la medición del nivel de los estudiantes en una instancia previa a las actividades propuestas en este trabajo corresponde al *Computer Programming Aptitude Test*²² (Ver sección 2.4), el cual consta de 26 preguntas compuestas de resolución de problemas numéricos, razonamiento lógico, atención al detalle, reconocimiento de patrones y la capacidad de seguir procedimientos complejos. Este test ha sido validado y se ha encontrado correlación entre los resultados obtenidos por los estudiantes que lo realizan y las notas finales en los cursos de ciencias de la computación [Bockmon *et al.*, 2019]. En cuanto a las preguntas contenidas en la encuesta a realizarse, estas son relativas a la edad, género, tipo de establecimiento al que pertenecen los alumnos y la existencia de conocimientos previos relacionados a la programación.

Con la realización del test de Kent es posible generar un perfil de los estudiantes inscritos en el taller y evaluar el grado de desarrollo que se puede esperar. Con lo anterior en mente se puede preparar de mejor forma la evaluación a realizar de manera posterior a las actividades del curso.

3.2.2. Post-test

Para verificar y validar el desarrollo del pensamiento computacional de los alumnos que hayan completado las actividades del taller de visualización de datos, se considera el utilizar ejercicios de las tareas Bebras teniendo en cuenta las habilidades del pensamiento computacional involucradas en los ejercicios seleccionados. La forma en que los alumnos disponen para desarrollar los ejercicios planteados es a través de una grabación explicando su desarrollo, a través de un documento escrito o en una entrevista en un horario previamente acordado. Teniendo las respuestas de cada ejercicio se considera el realizar un análisis del desarrollo elaborado por los estudiantes teniendo en cuenta los procesos cognitivos de los alumnos y como estos se enmarcan en las habilidades del pensamiento computacional. Además de las preguntas relativas al pensamiento computacional, se tiene considerada una breve encuesta

²²University of Kent. Computer Programming Aptitude Test. <https://www.kent.ac.uk/ces/tests/computer-test.html>

con preguntas con respecto a la valoración del taller y el interés por continuar aprendiendo sobre los tópicos enseñados.

3.3. Reflexiones

El diseño de las actividades planificadas para el taller de visualización de datos está fuertemente inspirado en el uso de la creatividad como medio de refuerzo para la abstracción. La creatividad se ha asociado a la abstracción, explicada como el proceso de extracción de regularidades que permiten el descubrimiento de patrones que respaldan la formación de nuevas estructuras cognitivas [Welling, 2007]. Estas estructuras cognitivas pueden ser entendidas como procesos mentales que son usados por los seres humanos para procesar y entender la información que reciben, de esta forma pueden realizar tareas como memorizar, clasificar, solucionar problemas, entre otras. Con la abstracción un artista es capaz de simplificar los detalles presentes en animales para ir dibujando caricaturas y de manera similar una persona puede ir simplificando elementos innecesarios en un conjunto de datos para representar situaciones de la vida real.

CAPÍTULO 4

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

El objetivo de esta sección es explicar el material diseñado junto con las actividades realizadas en el curso, conocer el avance de los estudiantes participantes del taller de visualización de datos teniendo en cuenta los resultados del test de pensamiento computacional realizado previamente y el test realizado posteriormente. También evaluar los aspectos cualitativos del curso relacionados con la motivación, sensación de dificultad y sensación de utilidad. Finalmente relatar la perspectiva de un juicio experto que fue entrevistado sobre las actividades realizadas en el taller y su relación con el desarrollo del pensamiento computacional.

4.1. Registros iniciales de los participantes

Para hacer un llamado de forma atractiva se diseñó una infografía indicando los aspectos más relevantes en el taller, entre estos aspectos se encontraba la duración, el formato de las clases y como incentivo un diploma a entregar una vez finalizadas las actividades. En este curso podían inscribirse y participar todos los estudiantes de 7mo a 4to medio que estuvieran inscritos en los talleres OCI realizados en la Universidad Técnica Federico Santa María durante el periodo correspondiente al primer semestre del año 2022. Para el registro no existían condiciones en cuanto al sector de residencia de los estudiantes, ya que las actividades planeadas de OCI fueron preparadas para realizarse de manera remota en formato *e-learning*.

4.1.1. Participación inicial

Al inicio de la actividad se registraron un total de 41 alumnos inscritos en el taller. El 73,17 % de los alumnos registrados fueron estudiantes de género masculino, mientras que un 26,83 % fueron de género femenino. En cuanto a la distribución con respecto al curso al que pertenecían los estudiantes, al inicio del taller la mayor parte correspondía a 29,27 % de estudiantes los cuales pertenecían a 7° básico, seguido por 21,95 % que eran de 2° medio y el taller contaba con la misma cifra que correspondía a estudiantes de 8° básico. Los grados menos representados resultaron ser los siguientes: 12,20 % eran estudiantes de 1° medio, 9,76 de 4° medio y 4,88 % eran de 3° medio.

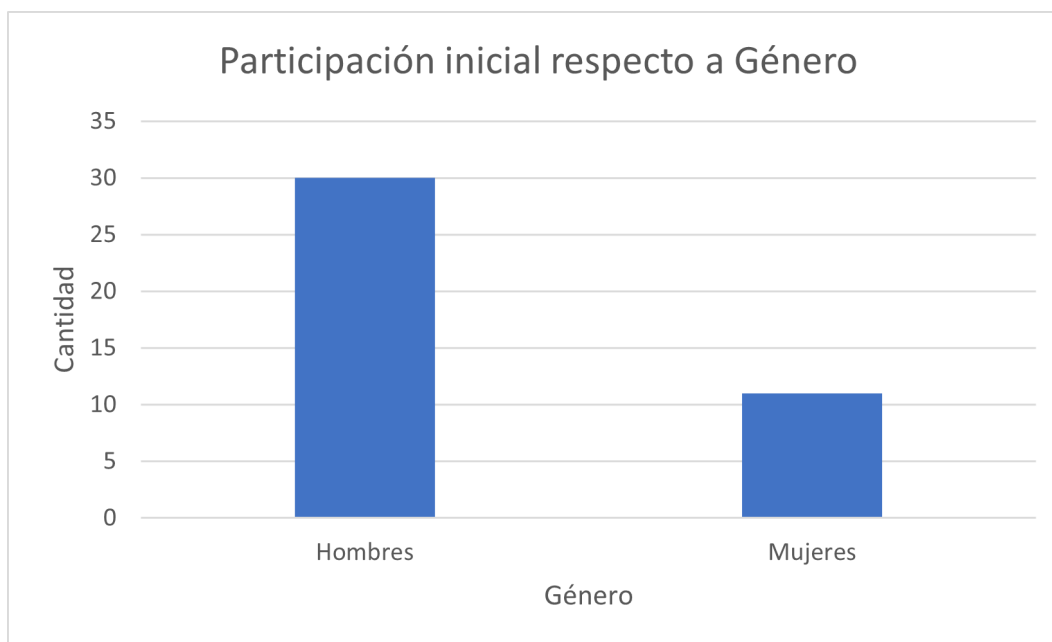


Figura 8: Participación inicial registrada con respecto al género de los alumnos. Fuente: Elaboración propia.

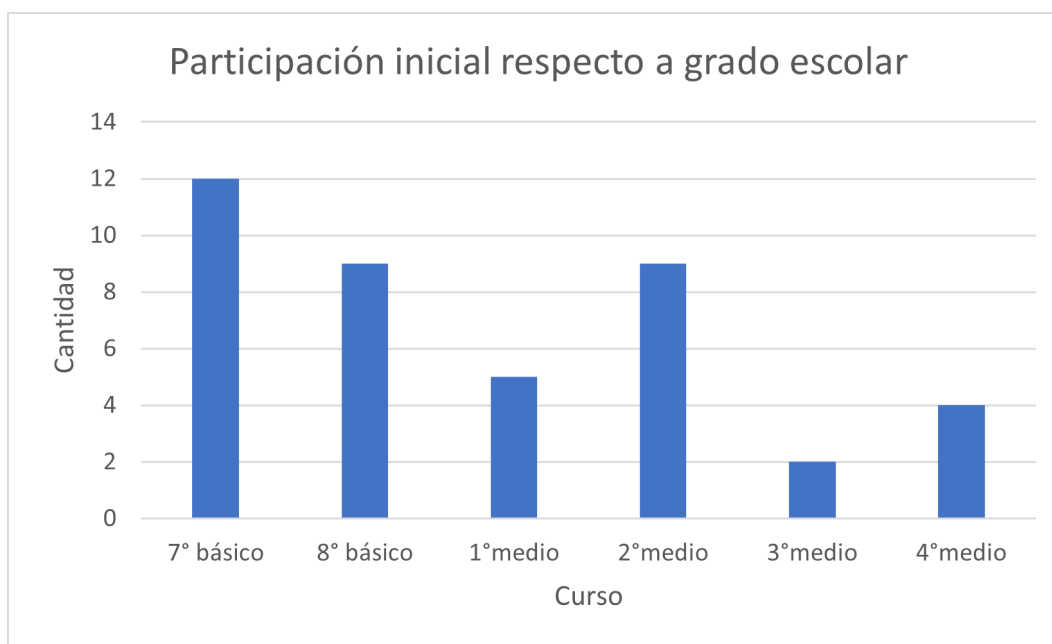


Figura 9: Participación inicial registrada con respecto al grado escolar de los alumnos. Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Conocimientos previos

De los alumnos inscritos en el taller se pudo obtener información extra de acuerdo a la inscripción realizada en los talleres OCI impartidos por la Universidad técnica Federico Santa María. No todos los alumnos del taller completaron la encuesta inicial, por lo que esta información extra solo corresponde a 26 de los 61 alumnos inscritos. Una de las preguntas de la encuesta preguntaba sobre si es que los estudiantes poseían alguna clase de conocimiento previo a los contenidos de los cursos realizados en la universidad. De estos 26 alumnos que contestaron la encuesta, solo 3 respondieron que tenían estos conocimientos previos, los otros 23 respondieron que no a esta pregunta.

4.1.3. Establecimientos educacionales

De los mismos estudiantes que respondieron la encuesta mencionada en la sección anterior también fue posible recopilar información con respecto a los establecimientos educacionales a los que asisten. En el caso de la dependencia del establecimiento, de las 26 respuestas obtenidas 10 corresponden a establecimiento municipal, 5 a particular pagado y 13 subvencionado.

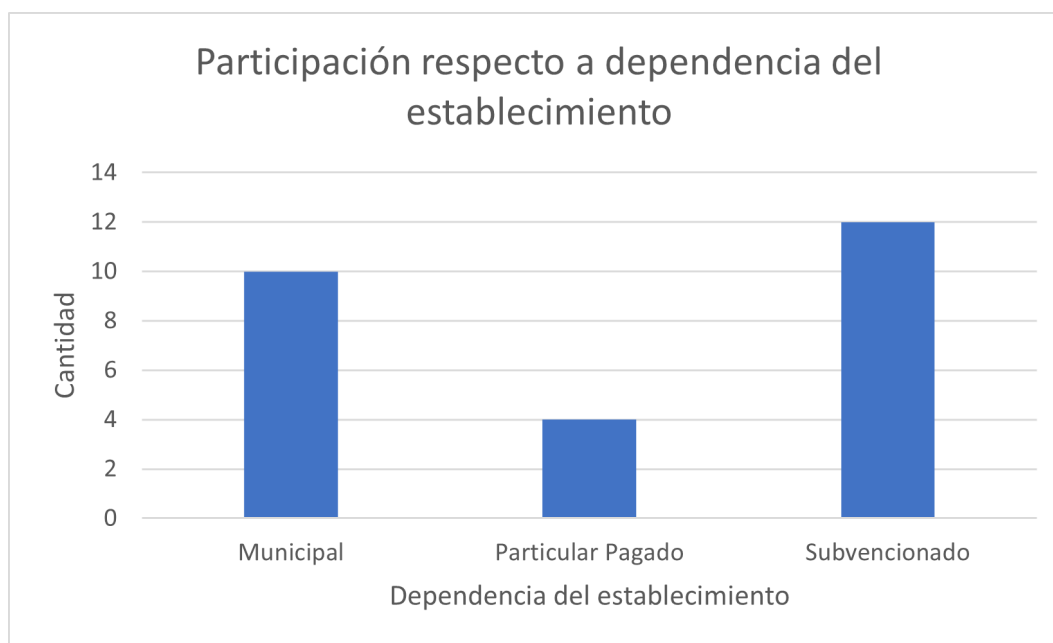


Figura 10: Participación inicial registrada con respecto al tipo de establecimiento escolar de los alumnos. Fuente: Elaboración propia.

Al preguntar sobre el tipo de establecimiento, las respuestas obtenidas indicaron que 6 estudiantes pertenecían a un colegio científico-humanista, 13 a una escuela básica, 2 a un liceo científico-humanista y 5 a un liceo técnico-profesional.

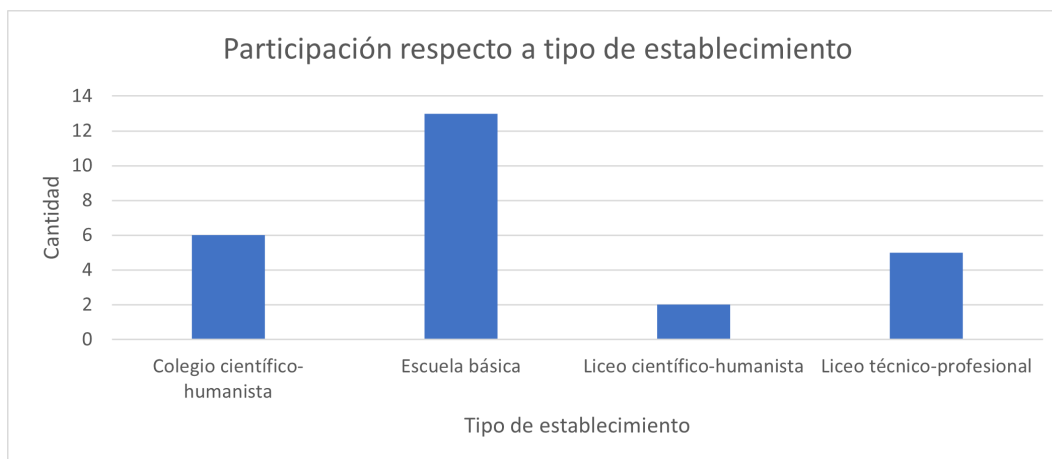


Figura 11: Participación inicial registrada con respecto a la dependencia del establecimiento de los alumnos. Fuente: Elaboración propia.

4.2. Deserción

Durante el tiempo que se realizaron las actividades del taller hubo una baja considerable de estudiantes que realizaban las actividades. Este hecho no fue posible de detectar en su momento debido a la modalidad asíncrona que permitía a los estudiantes realizar las actividades cuando les fuera conveniente.

Al analizar la baja con respecto al grado escolar se puede notar que de los 41 estudiantes iniciales solo 15 continuaron realizando las actividades del curso, es decir, hubo una baja de 63,4 %. En donde de los estudiantes que permanecieron 33,3 % fue de 7° básico, 13,33 % de 8° básico, 26,67 % de 1° medio y 26,67 % de 2° medio.

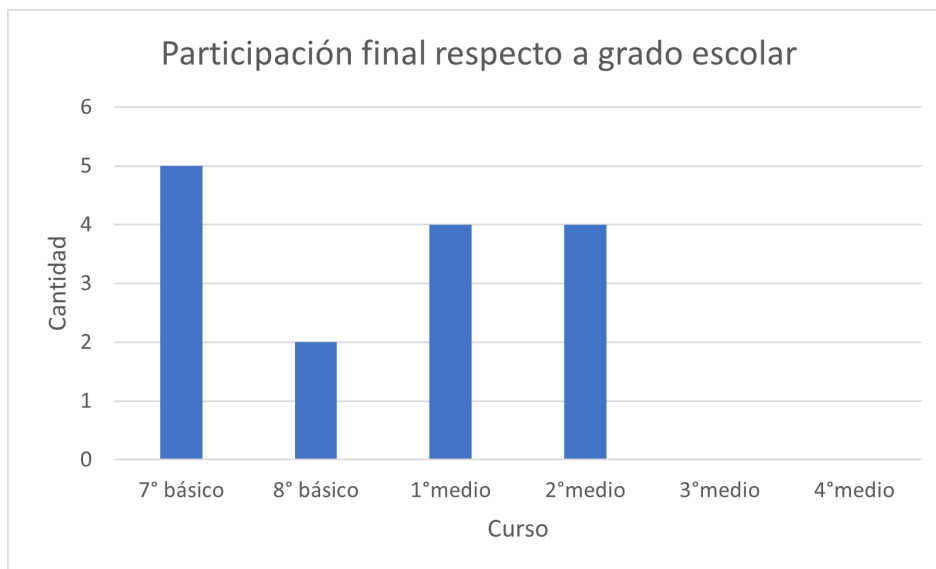


Figura 12: Participación final registrada con respecto al grado escolar. Fuente: Elaboración propia.

Al analizar con respecto al género podemos notar que en el caso de los hombres hubo una baja de 70 %, mientras que en las mujeres resultó ser de un 45 %. Quedando como grupo final un curso conformado por 9 hombres y 6 mujeres. Acortándose la relación de género entre los participantes.

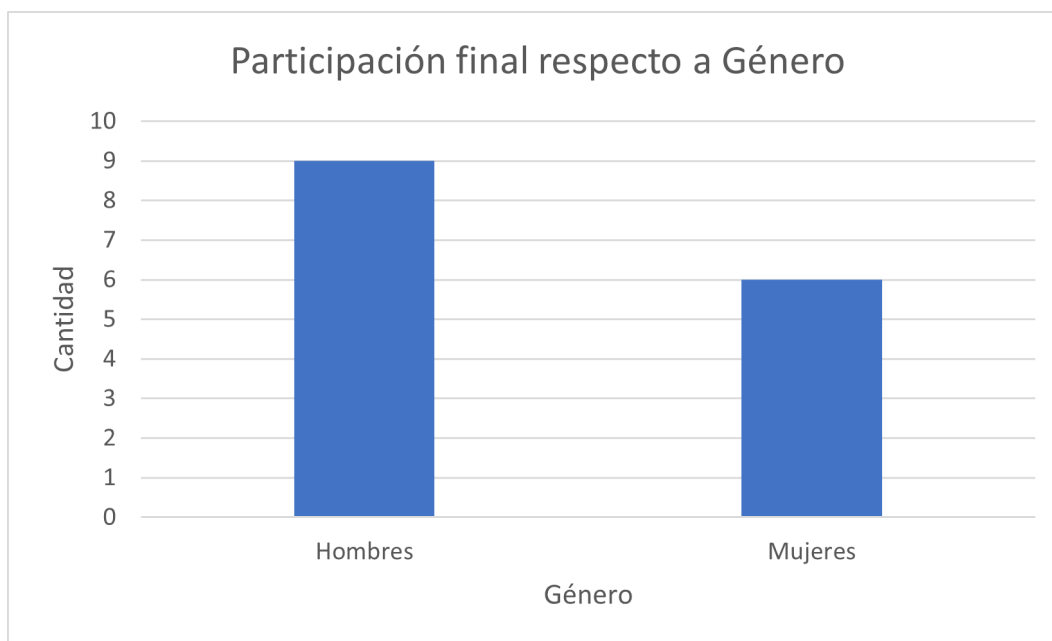


Figura 13: Participación final registrada con respecto al género de los estudiantes. Fuente: Elaboración propia.

4.3. Material diseñado

El material diseñado para la actividad planteada consiste en vídeos y actividades que se organizaron para ser divididos como material semanal a lo largo de las 4 semanas de duración del curso. Este organizado para estar distribuido de acuerdo a los siguientes tópicos:

- Datos
- Visualización de datos
- Infografías
- Visualizaciones físicas

El material se encontraba organizado en la plataforma Notion en donde cada día viernes se iba actualizando la pestaña correspondiente al tópico de la semana. En las pestañas de contenido se indicaban los objetivos a lograr, los enlaces para ver las cápsulas ubicadas en la plataforma Edpuzzle y las actividades a realizar en la semana. Adicionalmente era posible encontrar algunas infografías elaboradas para enseñar contenidos que resultaban ser demasiado densos para ser preparados en una cápsula.



Figura 14: Espacio de trabajo en Notion con el material del taller de visualización de datos.

Un servidor de discord fue creado con el fin de mantener comunicación con los alumnos inscritos en el taller. En este servidor se anunciaba cada vez que se actualizaba el material presente en la plataforma Notion y los alumnos tenían un canal dedicado a las dudas en donde podían realizar las consultas que tuvieran sobre los contenidos del taller o las actividades que debían realizar. Además fueron creados canales dedicados a cada una de las actividades que los alumnos debían entregar.

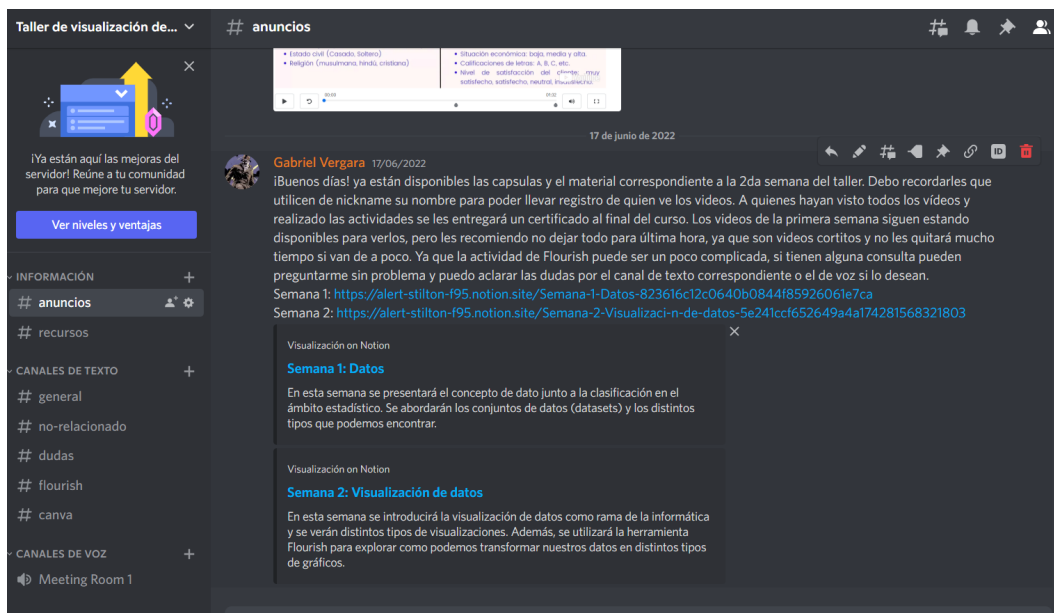


Figura 15: Servidor del taller de visualización de datos creado en discord.

4.3.1. Clases

La mayor parte de las clases planificadas para el taller fueron preparadas de manera asíncro-na, es decir, subiendo videos breves de menos de 5 minutos para los distintos contenidos a abordar durante el curso. Solo las actividades correspondientes a la última semana del curso requirieron que se realizara una clase presencial en el campus casa central de la universidad técnica Federico Santa María.

Para abordar todo el contenido del temario diseñado se grabaron 8 clases, las cuales fue-ron realizadas creando presentaciones en la plataforma Canva y luego siendo grabadas en formato cápsula para ser subidas al sitio web Youtube y posteriormente a la plataforma Ed-puzzle.

En las cápsulas fueron incorporadas preguntas haciendo uso de las herramientas de edición provistas por Edpuzzle. Además, en la plataforma es posible hacer seguimiento del porcentaje de avance de cada alumno para cada video subido y también visualizar las respuestas que entregadas a cada pregunta de los videos. Esta característica de la herramienta permitió el llevar un control de la asistencia a las clases y del nivel de entendimiento de la materia entregada en las cápsulas.

Figura 17: Ejemplo de clase subida a Edpuzzle.

4.3.2. Actividades

Las actividades realizadas durante el taller fueron planificadas teniendo en mente el uso de habilidades del pensamiento computacional como: Pensamiento algorítmico, abstracción, reconocimiento de patrones y descomposición.

La primera semana del curso correspondía a la temática de datos, en donde a los alumnos se les presentó una definición de este concepto junto a una clasificación estadística. También fueron abordados los dataset junto a los distintos tipos que son relevantes en el ámbito de la visualización de datos. En relación a los tópicos presentados esta semana, se entregó una infografía con una introducción al análisis exploratorio de datos como contexto para una posterior actividad. Después de haber revisado la materia correspondiente a dicha semana, los alumnos debían realizar un análisis de este tipo utilizando el sitio web *DataBasic*²³. Con esta herramienta los alumnos podían utilizar un dataset de ejemplo provisto por la página y mediante el análisis reconocer patrones y tendencias en los datos. El objetivo de esta actividad era lograr obtener ciertos datos para responder a las preguntas planteadas.

Durante la segunda semana se abordaron las visualizaciones de datos explicando el significado del concepto junto a distintos tipos de visualizaciones básicas y los contextos en que era posible su uso. En esta semana los alumnos revisaron una cápsula correspondiente a un tutorial de la herramienta flourish con el fin de estar preparados para una posterior actividad. En la entrega correspondiente a visualización de datos los alumnos debían preparar una visualización en la herramienta flourish realizando un ranking de una columna del dataset, siendo capaces de filtrar los datos con respecto a otra columna. En esta actividad los alumnos tenían la libertad de personalizar la visualización manipulando la herramienta aplicando distintos elementos visuales como la imagen de fondo, fuente de la letra, tamaño de las barras del gráfico, etc.

En la tercera semana se introdujeron las infografías junto a una posible taxonomía para clasificarlas. La actividad correspondiente a esta semana fue preparada previamente con un tutorial de la herramienta Canva. Luego, los alumnos debían elaborar una infografía con datos elegidos de manera libre. Una condición de la actividad fue que se debía incluir al menos una visualización de datos. Nuevamente los alumnos tenían libertad creativa en los elementos visuales de la infografía y también en la información presente mientras estuviera clara al fuente de los datos.

Al llegar a la cuarta y última semana del taller, los alumnos fueron invitados a asistir a una clase presencial en donde la temática a abordar fueron las visualizaciones físicas. Aprovechando los elementos revisados en las clases anteriores se realizó una actividad *unplugged* en la que los estudiantes debían realizar visualizaciones utilizando materiales presentes en la sala. Entre estos material se encontraban: lapices, pegamento, hojas tamaño carta, notas adhesivas, palos de helado, etc. Los datos a utilizar en las visualizaciones fueron tomados antes de iniciar la actividad utilizando una pizarra virtual en la herramienta Miro. En la pi-

²³DataBasic. <https://www.databasic.io/en/wtfcsv/>

zarra los estudiantes debían ir respondiendo varias encuestas de las cuales posteriormente elegirían una como su conjunto de datos a utilizar en la visualización física.

4.3.3. Ejercicios Bebras

Para evaluar conceptos relativos al pensamiento computacional se crearon 3 distintas formas de hojas de trabajo, cada una con 2 ejercicios pertenecientes a la lista de ejercicios Bebras. Estas formas fueron llamadas A, B y C.

En cuanto al contenido de cada hoja de trabajo, la forma A estuvo conformada por los ejercicios “Pequeñas piedras” y “Jacques el portero”, la forma B contenía los ejercicios “Collar de castor” y “Procesamiento de objetos”, y por último, la forma C estaba compuesta por los ejercicios .^{El} cambioz “Mensaje de fiesta”. El enunciado de cada ejercicio es posible encontrarlo en el anexo 1.

En cuanto a las respuestas otorgadas por los estudiantes, para realizar un análisis cualitativo del pensamiento computacional en los datos obtenidos se consideró un análisis temático de deductivo. De acuerdo con la literatura, este análisis es una técnica de investigación para identificar, analizar e informar patrones en los datos [Braun y Clarke, 2006]. Mediante este método es posible el interpretar aspectos en el conjunto de datos recopilado. Para el análisis realizado se consideraron expresiones de los estudiantes en el trabajo desarrollado en donde se muestre la presencia de las habilidades relativas al pensamiento computacional.

Para encontrar las relaciones de las expresiones con las habilidades se consideró: Abstracción como la reducción de detalles innecesarios del enunciado para simplificar la resolución de los ejercicios, pensamiento algorítmico como el reconocer la resolución de un problema como una secuencia de pasos a seguir, reconocimiento de patrones como el identificar similitudes en los datos o partes del problema presentado y descomposición como la reducción de un problema en partes más sencillas de desarrollar.

A continuación se muestran algunas de las respuestas recopiladas en donde es posible reconocer el uso del pensamiento computacional en las expresiones y el desarrollo elaborado:

Ejercicio	Respuesta de estudiante	Habilidades identificadas
Mensaje de fiesta	“Lo hice siguiendo los números de al principio de las tablas 0 -1 ya que los números indicaban la cantidad de 0 o 1 y como todas las imágenes coincidían en el número 5, que vendrían siendo las filas para determinar el orden original de los palos.”	Reconocimiento de patrones
Collar del castor	“Desarrollé este problema primeramente anotando las condicionales en un papel, que serian que la fruta roja tenía que estar entremedio de agujas de pino y que las semillas marrones tenían que ser = a las agujas de pino. Luego de esto empecé a contar para ver si cumplían con estos requisitos”	Descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones
Jacques el portero	“Aquí tuve que calzar las letras. Más que nada reconocer el patrón. Pude deducir el valor de cada letra asignándole un valor.”	Pensamiento algorítmico, reconocimiento de patrones, abstracción
Procesamiento de objetos	“El brazo alcanzara a mover 6 objetos ya que si la maquina sigue el mismo patrón solo alcanzaría a mover 2 objetos de cada cinta ya que el mínimo de cajas que hay antes de que se acaben serian 2 en la cinta de color azul y de ahí no podría mover más ya que la unidad de procesamiento necesita un objeto en cada cinta para continuar con el funcionamiento.”	Pensamiento algorítmico

Tabla 4: Elementos del pensamiento computacional señalados por el juicio experto. Fuente: Elaboración propia

En el caso del ejercicio “Pequeñas piedras” fue posible notar el uso del pensamiento algorítmico en la resolución siguiendo las limitaciones declaradas en el enunciado y la abstracción para reducir el problema a avanzar en las casillas y contar los elementos existentes. Se puede observar el desarrollo elaborado por un estudiante en la siguiente imagen:

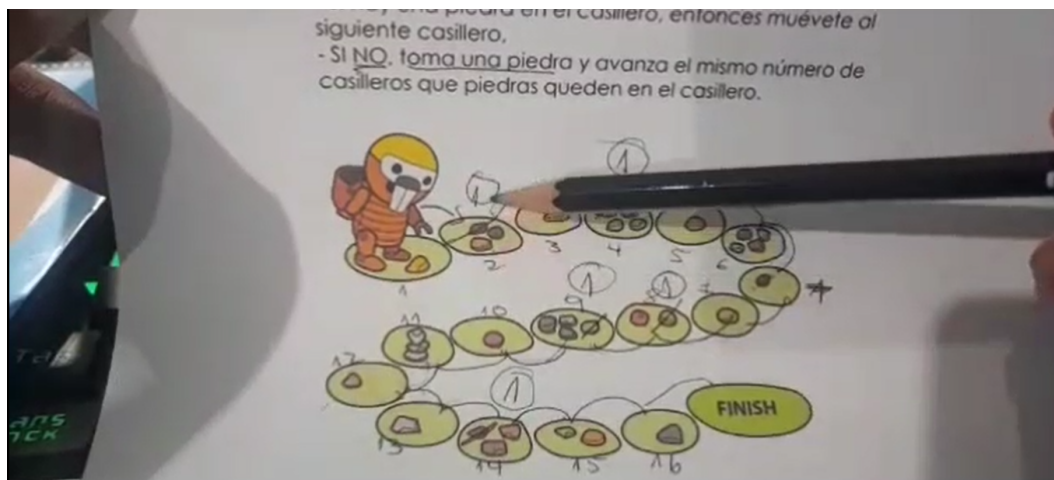


Figura 18: Paso a paso realizado por un estudiante en el desarrollo del ejercicio “Pequeñas piedras”.

Adicionalmente a los ejercicios mencionados anteriormente, los estudiantes respondieron una pregunta que les pedía indicar si es que encontraban alguna relación entre los ejercicios desarrollados y las actividades realizadas en el curso. Algunos estudiantes reconocieron el no encontrar una relación mientras que otros respondieron indicando que habían habilidades necesarias en común, un ejemplo dado es que se deben interpretar los datos que nos presenten en un problema y realizar un procedimiento para llegar a la solución necesaria. En este ejemplo es posible desprender como el estudiante reconoce implícitamente la necesidad del reconocimiento de patrones, abstracción, descomposición y pensamiento algorítmico tanto en los ejercicios Bebras realizados como en el proceso de visualización de datos.

4.4. Evaluación del taller

Después de haber finalizado las actividades del taller se realizó una encuesta para obtener la opinión de los alumnos sobre todo el trabajo realizado, los contenidos aprendidos más relevantes y su preferencia por herramientas utilizadas. Del total de alumnos que finalizaron las actividades principales del taller fueron 10 los que respondieron a la encuesta de valoración. A continuación se presenta un resumen de las respuestas obtenidas:

¿Recomendarías el taller de visualización de datos a un amigo?

Al preguntarles a los estudiantes si es que recomendarían el taller a algún conocido, 90 % de los estudiantes respondieron que sí lo harían y un 10 % respondió que tal vez lo haría.

¿Te interesaría en un futuro participar en un curso de visualización de datos más avanzado?

En cuanto al interés por participar en otro taller profundizando más los contenidos abordados en este trabajo, 90 % de los estudiantes que respondieron la encuesta señalaron que sí estaban interesando y el 10 % restante señaló que tal vez estaría interesado. Entre los que manifestaron estar interesados se señaló el deseo de obtener más conocimientos y la utilidad que podría tener en el área profesional.

¿Qué fue lo que más te gusto del curso?

Para realizar un resumen de las respuestas obtenidas a esta pregunta se categorizaron las respuestas en base a sus similitudes. La mayor parte de las respuestas indicaron como preferencia la actividad presencial realizada en el campus de la universidad ubicado en la ciudad de Valparaíso. En segundo lugar esta la preferencia por las actividades realizadas en el taller, luego en misma medida el aprender herramientas que se utilizaron en las actividades y la organización de las actividades y contenidos del curso.

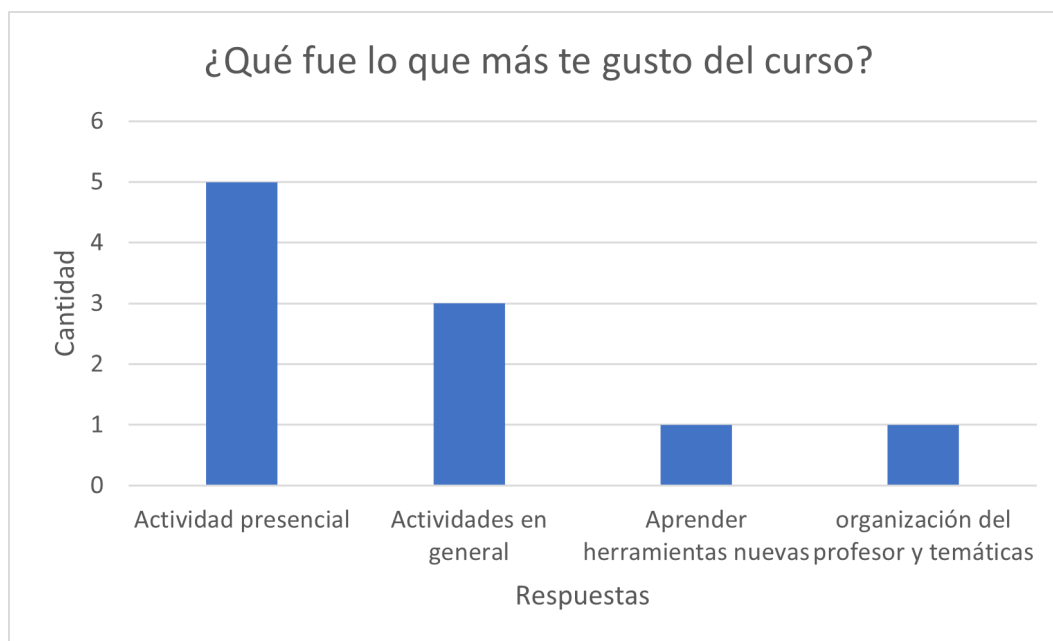


Figura 19: Respuestas obtenidas a la pregunta “¿Qué fue lo que más te gustó del curso?”.
Fuente: Elaboración propia.

¿Cuál es el conocimiento más importante que crees que te llevas del curso?

Ante esta pregunta las respuestas se concentran en torno a dos ideas. El aprendizaje de los distintos tipos de gráficos e infografías con sus principales tipos de uso y el aprendizaje de herramientas para el diseño de visualizaciones e infografías.

¿Qué cosas cambiarías? ¿Por qué?

En este caso fue posible categorizar las respuestas en 3 ideas. En donde la idea con mayor porcentaje de respuestas corresponde al 50 % de encuestados que señalaron que no cam-

biarían nada del taller realizado. 30 % de los encuestados respondieron que cambiarían el formato de las clases dictadas, ya sea a un formato presencial o a un formato online sincrónico. 20 % indicó que el taller se les hizo corto y les gustaría hubiese sido más extenso.

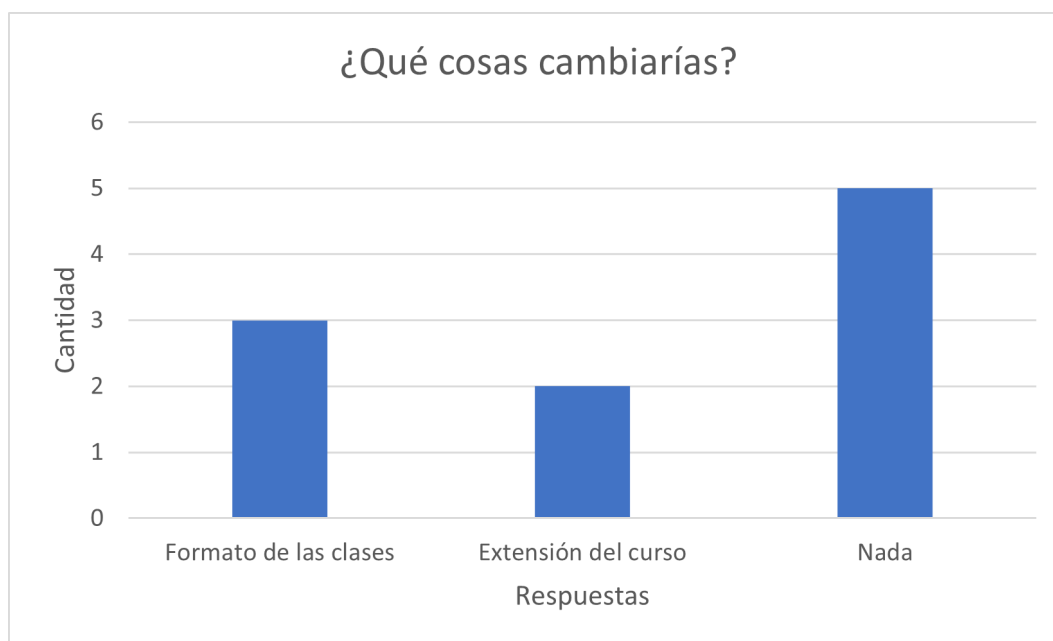


Figura 20: Respuestas obtenidas a la pregunta “¿Qué cosas cambiarías? ¿Por qué?”. Fuente: Elaboración propia.

¿Prefieres el uso de herramientas orientadas a visualización de datos (Flourish, Canva) o herramientas orientadas a la resolución de problemas (scratch)?

Las respuestas para esta pregunta estuvieron repartidas de igual forma, es decir, 50 % de los estudiantes señaló su preferencia por las herramientas orientadas a la visualización de datos y el otro 50 % indicó su preferencia por las herramientas orientadas a la resolución de problemas.

4.4.1. Juicio experto

Como etapa final de trabajo realizado, durante el periodo posterior al desarrollo de las actividades planificadas se organizaron reuniones individuales con distintos profesionales del área de la informática cercanos al estudio del pensamiento computacional para poder corroborar los objetivos planteados al comienzo. En estas reuniones se les dio el contexto del trabajo realizado durante el taller junto a los objetivos generales y específicos que se esperaban lograr. Después de explicar el contexto, se procedió a preguntar a cada uno de los entrevistados si es que consideraban que con el tipo de actividades desarrolladas en el taller se involucraban algunas de las habilidades que componen el pensamiento computacional.

De estas reuniones se desprenden las siguientes habilidades que los profesionales señalaron identificar:

Reunión	Conceptos identificados
Primera reunión	Abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones.
Segunda reunión	Abstracción, reconocimiento de patrones, pensamiento algorítmico.
Tercera reunión	Abstracción, descomposición.

Tabla 5: Elementos del pensamiento computacional señalados por el juicio experto. Fuente: Elaboración propia

De los conceptos señalados por los profesionales entrevistados, se mencionó el uso de la abstracción en el área de visualización de datos para la representación de problemas de la vida real por medio de gráficos. En el caso de la descomposición fue reconocida la capacidad de dividir un problema en las distintas etapas requeridas en el ámbito de la ciencia de datos, en un problema se debe analizar los datos, procesarlos y luego visualizarlos. Haciendo referencia al reconocimiento de patrones, fue mencionado como un aspecto clave en el entendimiento de una buena visualización, ya que el entender los patrones existentes en los datos nos ayuda a tener buenos *insights* de la información.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones generales

En la presente memoria se presentó el trabajo realizado cuyo objetivo era explorar la idea de que mediante el uso de la visualización de datos es posible utilizar y fortalecer las habilidades que incorporan el pensamiento computacional se logra diseñar un breve taller en el cual estudiantes en etapa escolar sin previos conocimientos de las ciencias de la computación son introducidos a una rama de la informática que permite ser abordada sin el requerimiento de manejar algún lenguaje de programación. Esta actividad nace como una alternativa en respuesta a la problemática de las barreras que presenta la programación como la dificultad de su aprendizaje y la carencia de motivación a causa de la misma dificultad [Figueiredo y García-Peñalvo, 2020].

El pensamiento computacional ha sido mundialmente reconocido como una herramienta que permite a los estudiantes desarrollar un conjunto de habilidades útiles en múltiples áreas tanto profesionales como de la vida cotidiana. Es una herramienta que en la última década se ha utilizado cada vez más frecuentemente como un tópico de aprendizaje enfocado en capacitar a la población desde temprana edad en el mundo de la tecnología. Para fomentar su desarrollo son numerosas las iniciativas que han sido desarrolladas a lo largo del mundo y pese a que la programación ha sido el recurso más utilizado también han aparecido alternativas como las denominadas actividades *unplugged* o las actividades elaboradas en las tarjetas Bebras.

En Chile existen varias iniciativas que buscan fomentar el desarrollo del pensamiento computacional durante la etapa escolar de la población. Estas iniciativas son bien recibidas por los niños y logran cumplir con su objetivo planteado, logrando introducir a los niños a la informática y desarrollar las habilidades del pensamiento computacional. Sin embargo, al principalmente utilizar la programación como medio para fortalecer esta capacidad, es razonable el pensar que puede existir una parte de la población objetivo que quede fuera de las iniciativas por las barreras mencionadas anteriormente o por simplemente poseer intereses más diversos.

Para intentar llegar a jóvenes que quizás se veían abrumados por la dificultad de la programación o que no poseen interés en esta área de la informática es que se consideró la visualización de datos como un enfoque alternativo para el acercamiento a las ciencias de la computación y el desarrollo del pensamiento computacional. Con esto en mente es que se diseña una ruta formativa de visualización de datos para poder realizar un curso a estudiantes de enseñanza media.

Con el trabajo realizado fue posible el hacer seguimiento a un grupo de estudiantes y ve-

rificar su mirada con respecto a la dificultad de los contenidos abordados y la motivación provocada por el curso con respecto a la rama de la visualización de datos. Mediante las actividades realizadas fue posible el cautivar a los alumnos y lograr que se interesaran en seguir aprendiendo sobre los tópicos abordados. Además, fue posible lograr introducir conceptos relativos a la informática y desarrollarlos desprendiéndose del uso de lenguajes de programación, utilizando herramientas interactivas y ejercicios asociados a la metodología *unplugged* como la actividad presencial de visualizaciones físicas. Los alumnos que cursaron el taller fueron capaces de aprender que pueden hacer cosas con información y lo pueden hacer sin la necesidad de un computador. Basta con que sepan interpretar datos y presentarlos de una forma convincente.

5.2. Cumplimiento de objetivos

El resultado obtenido en el trabajo propuesto en esta memoria puede medirse de acuerdo al cumplimiento de cada uno de los objetivos propuestos en la sección 1.4. Estos a su vez corroboran el cumplimiento del objetivo general del trabajo. A continuación se presentan los resultados para cada objetivo específico propuesto:

Identificar habilidades del pensamiento computacional que contribuyen a resolver problemas de visualización de datos

El identificar elementos del proceso a seguir al desarrollar visualizaciones de datos que utilicen habilidades del pensamiento computacional fue un objetivo clave para el desarrollo de esta memoria. Fue necesario consultar la literatura correspondiente al pensamiento computacional y sus formas de desarrollo, junto a la bibliografía correspondiente a la visualización de datos. Fue de gran ayuda el indagar en iniciativas similares con la intención de enseñar visualización de datos en etapas previas a la educación media.

Como punto de conexión base fue posible ligar el proceso cognitivo de la creatividad al momento de crear visualizaciones con la habilidad de abstraer, luego las otras habilidades del pensamiento computacional fueron eventualmente relacionadas a etapas del proceso de visualización de datos. Las relaciones encontradas se encuentran en la sección 2.6. Se considera este objetivo como cumplido, ya que la base de todo el material desarrollado se encuentra en las relaciones encontradas en las etapas del diseño de visualizaciones e infografías.

Desarrollar ejercicios de visualización de datos que permitan desarrollar habilidades específicas del pensamiento computacional

Tomando en cuenta el uso de la creatividad como base para el desarrollo de la abstracción y el resto de relaciones encontradas con el pensamiento computacional, para los ejercicios se preparó una ruta formativa considerando como tópicos principales: Datos, Visualización de datos, Infografías y visualizaciones físicas. Los ejercicios fueron planeados para ser realizados usando herramientas web con acceso gratuito que no requirieran programar ni descargar

algún software extra. La sección 4.3 aborda todo el material elaborado para la realización del taller, este material cuando fue presentado a un grupo de expertos fue reconocido como útil para trabajar y desarrollar habilidades del pensamiento computacional. Las habilidades reconocidas en el material elaborado están presentes en la sección 4.4.1. Por lo tanto, este objetivo es posible considerarlo como logrado.

Verificar si la ruta formativa diseñada fortalece las habilidades del pensamiento computacional

Al querer analizar si mediante el trabajo realizado es posible lograr un desarrollo de las habilidades relativas al pensamiento computacional hay que tener en mente que previo al comienzo de las actividades del curso se realizó una pre evaluación de aptitudes de programación y pensamiento computacional en donde los estudiantes en promedio obtuvieron un porcentaje menor al 50 % de respuestas correctas. Esta evaluación permitió obtener un perfil de los estudiantes de la muestra y con el resultado en mente analizar las respuestas de los estudiantes en la evaluación final.

Como evaluación final, tras finalizar las clases del taller los alumnos que completaron las actividades realizaron una breve actividad respondiendo ejercicios que requerían el uso de distintas habilidades del pensamiento computacional. Estos ejercicios fueron recopilados de distintas tarjetas Bebras intentando incluir en cada forma de la evaluación ejercicios que comprendan todas las habilidades del pensamiento computacional.

De acuerdo al juicio experto que fue entrevistado para evaluar los contenidos y actividades el taller, habían habilidades del pensamiento computacional involucradas en los ejercicios y trabajos planificados. Además, al revisar las respuestas entregadas por los alumnos en la evaluación final fue posible distinguir elementos relativos a la abstracción, descomposición, reconocimiento de patrones o pensamiento algorítmico en el discurso escrito. Por lo que al realizar tareas que involucraran de manera implícita esta capacidad fue posible lograr cumplir el objetivo planeado de este punto.

5.3. Trabajo futuro

Para pensar en el trabajo que se puede desarrollar posteriormente a las actividades desarrolladas en esta memoria es posible analizar los factores indicados por los estudiantes en la encuesta de valoración que se realizó al finalizar el curso. Entre estos factores se encuentra la motivación de los estudiantes durante el proceso que se pudo ver afectada por temas relativos a la forma en que se presentaron las actividades.

Al evaluar la motivación de los estudiantes con respecto a las actividades desarrolladas todos respondieron de manera positiva en la encuesta. Sin embargo, al preguntarles sobre los cambios que harían comentaron en que preferirían una versión extendida del taller y de manera presencial. La manera en que se diseñó el material del curso permite ser implementado

nuevamente siguiendo el mismo formato de cápsulas, pero también permite ser adaptado a un formato online sincrónico o un formato presencial. Las actividades preparadas pueden ser evaluadas durante la misma sesión o dejarlas como tarea para ser realizadas en el hogar de acuerdo a los objetivos y tiempos manejados por el organizador.

Otra limitación que se puede considerar como factor relevante es la muestra de estudiantes que formaron parte de este trabajo. Al realizar las actividades sobre una muestra pequeña de alumnos se dificulta la generalización por lo que los resultados obtenidos pueden variar en un grupo mayor de estudiantes. Un factor importante a considerar es el tiempo limitado que se tuvo para invitar a niños y niñas a participar en el taller, esta situación fue solucionada aprovechando la instancia de los talleres OCI en donde ya existía un grupo de alumnos participando en actividades ligadas a la universidad. Tomando en cuenta lo anterior se realizó la invitación a los participantes y la muestra considerada en este trabajo resultó ser un subconjunto de los asistentes a las clases OCI.

Tomando en cuenta la ruta formativa realizada es posible explorar más los conceptos relativos a la visualización de datos y seccionar los tópicos según el nivel de profundidad o de dificultad. De esta forma se pueden considerar cursos nivel básico, intermedio y avanzado para aquellos estudiantes que queden interesados en esta materia puedan seguir aprendiendo del área y si logra captar su interés ser introducidos a la programación con un enfoque en el análisis de datos y creación de visualizaciones. También se pueden realizar en forma de actividades extras o como un curso, el enseñar el proceso de diseño de infografías, teniendo en cuenta el pensamiento computacional debido al principal uso de la abstracción, y por medio de este curso enseñar a los alumnos a diseñar infografías que logren transmitir un mensaje de manera efectiva. También es posible crear ejercicios específicos para cada una de las habilidades del pensamiento computacional haciendo uso de la tabla 2), la cual fue utilizada como base para el curso. Para darle más rigurosidad a la elaboración de ejercicios específicos, una buena medida puede ser la creación de una rubrica que permita tener apoyo de criterio experto para la aprobación de cada actividad planificada.

En cuanto al sistema de evaluación de las habilidades del pensamiento computacional es posible ser más riguroso y considerar un test de aptitudes que permita tener estadísticas del grupo tanto en su etapa previo al desarrollo de las actividades como en su etapa posterior. De esta forma es posible realizar un análisis cuantitativo del progreso de las habilidades y se puede tomar acciones en el caso de tener habilidades en las que se pueda notoriamente apreciar un desarrollo exitoso o fallido. En paralelo o de forma adicional existe la opción de tener entrevistas con los alumnos pertenecientes a la muestra para evaluar cualitativamente la expresión de las habilidades del pensamiento computacional en el discurso.

Una alternativa interesante a evaluar en el desarrollo de actividades similares a las realizadas en esta memoria es el incluir el pensamiento computacional de forma explícita en los tópicos a abordar. De esta forma los alumnos pueden ser conscientes de las habilidades que utilizan y pueden reconocer su uso en la vida cotidiana y en otros aspectos de la vida.

5.4. Palabras finales del autor

La elaboración de esta memoria fue un trabajo interesante y desafiante de realizar, ya que me permitió el aprender sobre el pensamiento computacional y sobre los medios convencionales y no convencionales utilizados para fomentar su desarrollo. Pude tener la oportunidad de dar clases sobre visualización de datos, la cual es un área que me produce gran interés y abordarla desde un enfoque orientado a la etapa escolar resultó ayudarme a comprender el alcance que puede tener esta habilidad en la sociedad actual.

Una de las actividades más complejas de realizar fue el realizar el temario de contenidos a enseñar durante las semanas que se extendía el taller, ya que fue necesario leer en profundidad la literatura relativa a la visualización de datos y sintetizar aquellos tópicos que son necesarios para tener un base solida en la materia. Ligado a esto fue de gran dificultad el diseñar ejercicios que permitieran cumplir los ejercicios propuestos y que resultaran ser entretenidos para los estudiantes.

La experiencia me permitió enseñar a un grupo gente joven a través de cápsulas y ejercicios que fueron distribuidos a lo largo de las semanas en las que se llevo a cabo el taller. Uno de los puntos más importantes que considero es que se logró motivar a los alumnos a introducirse en un área de la informática que no es tan conocida en la etapa escolar. Los estudiantes manifestaron su interés por seguir aprendiendo y reconocieron la oportunidad que les ofrece la visualización de datos como medio para presentar información de manera efectiva.

A mi parecer la visualización de datos es un área a la que vale la pena prestarle más atención en la etapa escolar, pues esta permite que los jóvenes sean capaces de interpretar de mejor forma los datos, pueden entender mejor lo que ven y ser capaces de transmitir de manera efectiva información haciendo uso de las visualizaciones. Las infografías son un forma efectiva de transmitir información de manera concisa, estas pueden ser incluidas como recursos en la educación facilitando el resumen de contenidos. Su creación puede ser una buena actividad para los alumnos, de esta forma son capaces de aprender la materia a medida que van preparando una infografía que sintetice las ideas principales.

Me siento satisfecho con el trabajo realizado aunque reconozco que con una mejor organización y mayor conocimiento en el aspecto pedagógico hubiera sido posible obtener mejores resultados. Espero en el futuro poder participar en iniciativas similares y hacer uso de toda la experiencia ganada realizando en este trabajo para aportar de la mejor forma posible en la educación de la informática en los jóvenes.

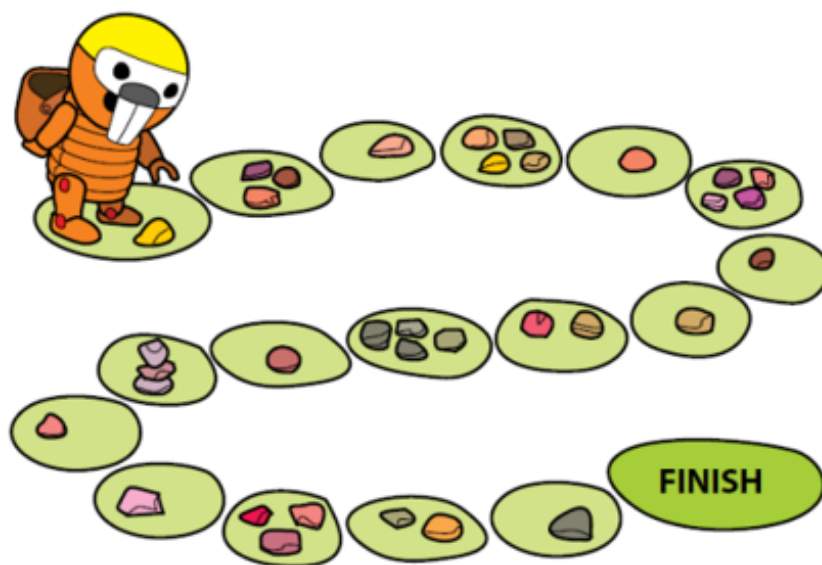
ANEXOS

Anexo 1: Enunciados ejercicios Bebras

Pequeñas piedras

El robot está recogiendo piedras interesantes siguiendo las instrucciones:

- SI hay una piedra en el casillero, entonces muévete al siguiente casillero,
- SI NO, toma una piedra y avanza el mismo número de casilleros que piedras queden en el casillero.



¿Cuántas piedras recogerá el robot?

Jacques el portero

Jacques es portero en un edificio de apartamentos. El edificio tiene cinco apartamentos, cada uno ocupado por un castor. Cuando los castores se van a trabajar, le dan las llaves a Jacques. Para evitar confundir las llaves, Jacques utiliza un casillero para llaves para cada apartamento. En cada casillero están las tres primeras letras del nombre del propietario.

Por razones de seguridad, no se escriben nombres en las llaves. En cambio, Jacques etiquetó las llaves con tres dígitos para indicar el propietario. La misma letra siempre corresponde al mismo dígito único en todas las llaves.

Pregunta:

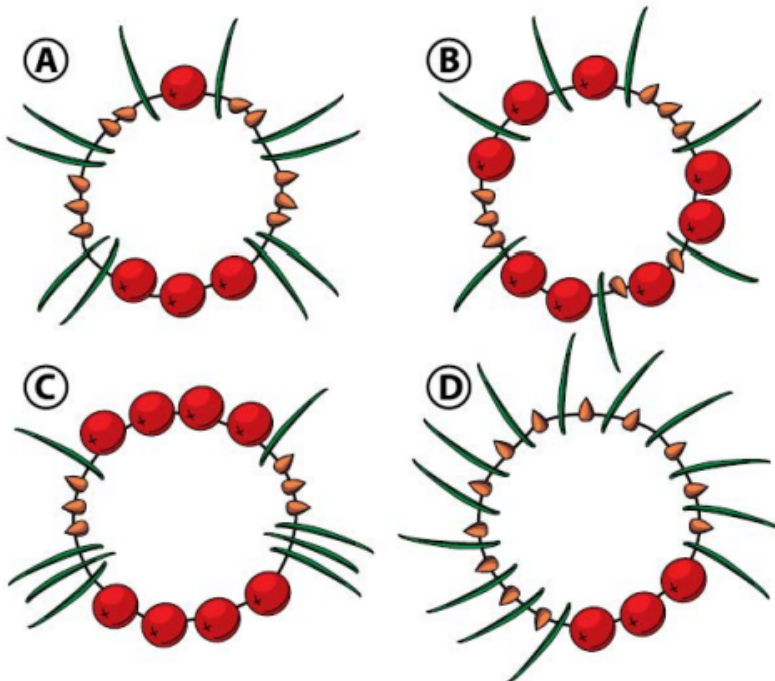
Conecte las llaves a sus casilleros. (Puedes usar Paint o alguna herramienta por el estilo para conectar las llaves con los casilleros)



Collar del castor

Un pequeño castor quiere regalarle un collar a su novia. Él sabe que ella quiere uno específico:

- 1) Las frutas rojas tienen que estar entre agujas de pino y
- 2) El número de semillas marrones debe ser igual al número de agujas de pino.



¿Cuál collar le gustará a la castora?

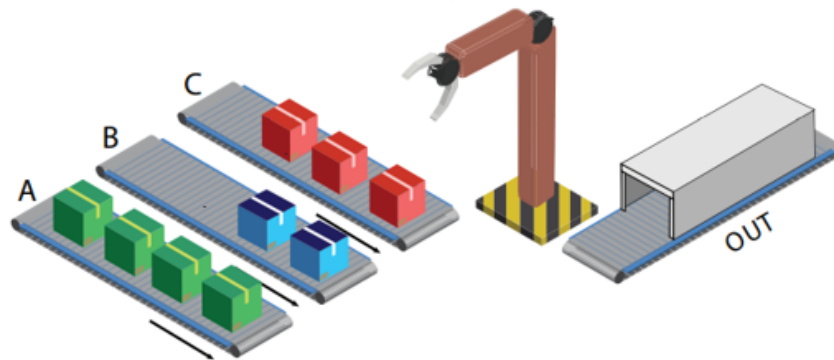
Procesamiento de objetos

Un brazo robótico toma objetos de tres cintas transportadoras (A, B y C) y los mueve a la cinta transportadora de procesamiento (OUT).

Así es como funciona el brazo robótico:

- Primero toma un objeto de A y lo mueve hacia FUERA
- Luego se mueve a B, toma un objeto de B y lo mueve a FUERA
- Finalmente, hace lo mismo para C, antes de comenzar de nuevo en A

Cuando no hay ningún objeto para recoger en una cinta transportadora, el brazo robótico espera hasta que haya uno disponible, porque la unidad de procesamiento necesita un objeto de cada cinta transportadora para continuar.



Pregunta:

Dada la situación que se muestra en la figura, y sabiendo que no llegarán nuevos objetos a las cintas transportadoras (A, B y C), ¿cuántos objetos moverá el brazo?

El cambio

Las tarjetas de los castores y los canguros están en el orden siguiente:



Puedes intercambiar dos cartas, una al lado de la otra.

¿Cuántos intercambios se necesitan para obtener todos los castores al comienzo de la fila y los canguros al final? El número de cambios debe ser mínimo.

Mensaje de fiesta

Beaver Ann usa un código secreto para enviar mensajes a sus amigos. Está preparando una fiesta y quiere que sus amigos le den la contraseña de entrada.

Ha grabado un mensaje secreto de fiesta para sus amigos en cinco palos, pero confundió el orden de los palos.

Pregunta:

¿En qué orden, de arriba a abajo, deben estar los palos?

1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1
0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Aho, 2012] Aho, A. V. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal*, 55(7):832–835.
- [Aranda y Ferguson, 2018] Aranda, G. y Ferguson, J. (2018). Unplugged programming: The future of teaching computational thinking? *Pedagogika*, 68.
- [Bell et al., 1998] Bell, T., Fellows, M., y Witten, I. (1998). *Computer Science Unplugged: Off-line Activities and Games for All Ages*. Computer Science Unplugged.
- [Bell y Lodi, 2019] Bell, T. y Lodi, M. (2019). Constructing computational thinking without using computers. *Constructivist Foundations*, 14(3):342–351.
- [Bell et al., 2008] Bell, T., Witten, I. H., Fellows, M., Adams, R., y McKenzie, J. (2008). Computer science unplugged: Un programa de extensión para niños de escuela primaria.
- [Berinato, 2016] Berinato, S. (2016). Visualizations that really work. *Harvard Business Review*, 94:18.
- [Bocconi et al., 2016a] Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., y Punie, Y. (2016a). Developing computational thinking: Approaches and orientations in k-12 education.
- [Bocconi et al., 2016b] Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., y Punie, Y. (2016b). Developing computational thinking in compulsory education. implications for policy and practice. *EUR - Scientific and Technical Research Reports*. Descargado 24/03/2022 de https://intef.es/wp-content/uploads/2017/02/2017_0206_CompThink_JRC_U_E-INTEF.pdf.
- [Bockmon et al., 2019] Bockmon, R., Cooper, S., Gratch, J., y Dorodchi, M. (2019). (re)validating cognitive introductory computing instruments. En *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE '19*, p. 552–557, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [Bower, 2011] Bower, M. (2011). Redesigning a web-conferencing environment to scaffold computing students' creative design processes. *Educational Technology Society*, 14:27–42.
- [Bower et al., 2017] Bower, M., Wood, L., Lai, J., Howe, C., Lister, R., Mason, R., Highfield, K., y Veal, J. (2017). Improving the computational thinking pedagogical capabilities of school teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3):53–72.
- [Braun y Clarke, 2006] Braun, V. y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2):77–101.

- [Dagiené y Futschek, 2008] Dagiené, V. y Futschek, G. (2008). Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks. En Mittermeir, R. T. y Sysło, M. M., editores, *Informatics Education - Supporting Computational Thinking*, pp. 19–30, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- [Dagiené y Sentance, 2016] Dagiené, V. y Sentance, S. (2016). It's computational thinking! bebras tasks in the curriculum. En Brodnik, A. y Tort, F., editores, *Informatics in Schools: Improvement of Informatics Knowledge and Perception*, pp. 28–39, Cham. Springer International Publishing.
- [Einhorn, 2012] Einhorn, S. (2012). Microworlds, computational thinking, and 21st century learning.
- [Figueiredo y García-Peñalvo, 2020] Figueiredo, J. y García-Peñalvo, F. (2020). Increasing student motivation in computer programming with gamification. pp. 997–1000.
- [Garrigan, 2020] Garrigan, S. (2020). Frameworks for integration of future-oriented computational thinking in k-12 schools.
- [Gonzalez Medina, 2019] Gonzalez Medina, E. (2019). Desarrollo de competencias stem y pensamiento computacional con scratch a través de metodologías activas.
- [Google, 2015] Google (2015). Computational thinking concepts guide. Recuperado 10/08/2022 de <https://docs.google.com/document/d/1i0wg-BMG3TdwsShAyH0Z1xpFnPvcMvpYJceHGWex/edit>.
- [Grover y Pea, 2013] Grover, S. y Pea, R. (2013). Computational thinking in k-12 a review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42:38–43.
- [Guiza y Bennasar, 2021] Guiza, R. R. M. y Bennasar, F. N. (2021). Pensamiento computacional, una estrategia educativa en épocas de pandemia. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 7(1):89–106.
- [Harrison et al., 2015] Harrison, L., Reinecke, K., y Chang, R. (2015). Infographic aesthetics: Designing for the first impression. En *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '15, p. 1187–1190, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- [Henderson et al., 2007] Henderson, P. B., Cortina, T. J., y Wing, J. M. (2007). Computational thinking. *SIGCSE Bull.*, 39(1):195–196.
- [Hollingworth et al., 2012] Hollingworth, L., Sullivan, A. M., Condon, C., Bhatt, M., y Brandt, W. C. (2012). Data-driven decision making in higher education: One university's process of revamping the superintendent licensure program. *Journal of Research on Leadership Education*, 7(1):78–97.
- [Instructional y Roche, 2020] Instructional, L. y Roche, K. (2020). A review of the importance of computational thinking in k-12.

- [ISTE y CSTA,] ISTE y CSTA. Definición operativa del pensamiento computacional. https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoComputacional_Definicion.pdf.
- [Kauchak y Eggen, 2011] Kauchak, D. y Eggen, P. (2011). *Learning and Teaching: Research-based Methods*. Pearson Education.
- [Kim et al., 2019] Kim, J., , Kim, B., Kim, T., Kim, Y., y Kim, J. (2019). The effect of education data visualization using unplugged program on the computational thinking of third grade students. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 23(4):283–292.
- [Kirk, 2016] Kirk, A. (2016). *Data Visualization: Representing Information on Modern Web*. Packt Publishing, U.K.
- [Kordaki y Kakavas, 2017] Kordaki, M. y Kakavas, P. (2017). Digital storytelling as an effective framework for the development of computational thinking skills. pp. 6325–6335.
- [Krauss, 2012] Krauss, J. (2012). Infographics: More than words can say. *Learning & leading with Technology*, 39(5):10–14.
- [Lindgaard et al., 2006] Lindgaard, G., Fernandes, G., Dudek, C., y Brown, J. (2006). Attention web designers: You have 50 milliseconds to make a good first impression! *Behaviour & Information Technology*, 25(2):115–126.
- [Lindoo, 2022] Lindoo, E. (2022). Introducing visual data storytelling in cs/cis curriculums. *Journal of Computing Sciences in Colleges*.
- [Margolis et al., 2017] Margolis, J., Estrella, R., Goode, J., Holme, J. J., y Nao, K. (2017). *Stuck in the Shallow End: Education, Race, and Computing*. The MIT Press.
- [Margolis et al., 2000] Margolis, J., Fisher, A., y Miller, F. (2000). The anatomy of interest: Women in undergraduate computer science. *Womens Stud. Q. Spec. Issue Women Sci.*, 28.
- [Martix y Hodson, 2014] Martix, S. y Hodson, J. (2014). Teaching with infographics: practising new digital competencies and visual literacies.
- [Mineduc., 2013] Mineduc., C. (2013). *Desarrollo de habilidades digitales para el Siglo XXI en Chile*. Fundación País Digital.
- [Mohaghegh y Mccauley, 2016] Mohaghegh, M. y Mccauley, M. (2016). Computational thinking: The skill set of the 21st century. *nternational Journal of Computer Science and Information Technologie*, 7:1524–1530.
- [Naparín y Saad, 2017] Naparín, H. y Saad, A. B. (2017). Infographics in education: Review on infographics design. *The International Journal of Multimedia & Its Applications (IJMA)*, 9(4):5.
- [Palts y Pedaste, 2020] Palts, T. y Pedaste, M. (2020). A model for developing computational thinking skills. *Informatics in Education*, 19:113–128.

- [Román-González *et al.*, 2015] Román-González, M., Pérez-González, J.-C., y Jiménez-Fernández, C. (2015). Test de pensamiento computacional: diseño y psicometría general [computational thinking test: design general psychometry].
- [Roney Aguirre *et al.*, 2015] Roney Aguirre, C., Menjívar Valencia, E., y Morales, H. L. (2015). Elaboración de infografías: hacia el desarrollo de competencias del siglo xxi. *Diálogos*, (15):23-37.
- [RoyalSociety, 2012] RoyalSociety (2012). Shut down or restart? the way forward for computing in uk schools. <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>.
- [Sarmiento, 2016] Sarmiento, M. (2016). Análisis de experiencias y estrategias educativas con tic para el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de secundaria y primeros años de universidad en iberoamérica.
- [Selby, 2015] Selby, C. C. (2015). Relationships: computational thinking, pedagogy of programming, and bloom's taxonomy. *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*.
- [Seow *et al.*, 2019] Seow, P., Looi, C.-K., How, M., Wadhwa, B., y Wu, L. (2019). *Educational Policy and Implementation of Computational Thinking and Programming: Case Study of Singapore*, pp. 345-361.
- [Steele e Iliinsky, 2010] Steele, J. e Iliinsky, N. (2010). *Beautiful Visualization: Looking at Data through the Eyes of Experts*. Theory in practice series. O'Reilly Media.
- [Taub *et al.*, 2014] Taub, R., Ben-Ari, M., y Armoni, M. (2014). The effect of computer science on the learning of computational physics.
- [Unwin, 2020] Unwin, A. (2020). Why is Data Visualization Important? What is Important in Data Visualization? *Harvard Data Science Review*, 2(1). <https://hdsr.duquduq.org/pub/zok97i7p>.
- [Weintrop *et al.*, 2015] Weintrop, D., Orton, K., Horn, M., Beheshti, E., Trouille, L., Jona, K., y Wilensky, U. (2015). Computational thinking in the science classroom: Preliminary findings from a blended curriculum. En *Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST)*.
- [Welling, 2007] Welling, H. (2007). Four mental operations in creative cognition: The importance of abstraction. *Creativity research journal*, 19(2-3):163-177.
- [Wing, 2006] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33-35.
- [Wing, 2011] Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking-what and why?
- [Wing, 2014] Wing, J. M. (2014). Computational thinking benefits society.

- [Yevseyeva y Towhidnejad, 2012] Yevseyeva, K. y Towhidnejad, M. (2012). Work in progress: Teaching computational thinking in middle and high school. pp. 1-2.
- [Özkök, 2021] Özkök, G. (2021). Fostering computational thinking through data visualization and design on secondary school students. *JUCS - Journal of Universal Computer Science*, 27:285-302.
- [Özüdoğru y Çakır, 2020] Özüdoğru, G. y Çakır, H. (2020). An investigation into the opinions of pre-service teachers toward uses of digital storytelling in literacy education. *Participatory Educational Research*, 7(1):242 - 256.