



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**PEDAGOGÍA EN MATEMÁTICAS Y COMPUTACIÓN**

**PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN CURRICULAR EN LA LÍNEA DEL  
PENSAMIENTO COMPUTACIONAL PARA LA CARRERA DE PEDAGOGÍA  
EN MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

Seminario presentado a la Facultad de Educación de la Universidad de  
Concepción para optar al Grado de Licenciado en Educación

**POR:**

Elías Llarlluri Fernández

**PROFESOR GUÍA:**

Mg. Eduardo Mardones Fuentes

Concepción, Chile, Marzo de 2021

© 2021, Elías Ignacio Llarlluri Fernández

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.





Dedicado a mi mamá Mónica, que desde donde  
esté, descanse en paz y reciba con orgullo este  
nuevo paso en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias totales a mi mentor, a mi profesor guía, Eduardo Mardones por todo su constante apoyo, por toda su dedicación y tiempo que me brindó para poder sacar este proyecto adelante y poder convertirme en profesional.

Agradecer también a mi familia, a mi papá que siempre estuvo para mí aun cuando las circunstancias no eran las ideales, a mis hermanos por su soporte, a mis abuelas, que siempre creyeron que todo saldría bien, a mis tíos y tíos que también me mandaron todas las buenas vibras posibles.

Eternamente agradecido de grandes profesores que tuve a lo largo de mi estancia en la carrera: Myriam Vicente, Michela Artebani, Javier Utreras, Jaime Hidalgo, Pedro Salcedo, María del Valle y Fabián Quiroga.

Sinceros agradecimientos para el Liceo Leopoldo Lucero González que me entregó un espacio de crecimiento en mi práctica profesional.

Finalmente agradecer a todas las personas que conocí en estos largos años por su amistad y muchas gracias UdeC, por abrirme la mente a nuevos conocimientos y experiencias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
1.1. CONTEXTO .....	12
1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.3. RESEÑA DE LA PROPUESTA .....	24
<b>2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>3. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>28</b>
3.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	28
3.2. ANTECEDENTES EMPÍRICOS.....	42
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA</b> .....	<b>47</b>
4.1. FUNDAMENTACIÓN INTERNA DE LA PROPUESTA .....	47
4.1.1. <i>La visión del Pensamiento Computacional para el Ministerio de Educación de Chile</i> .....	47
4.1.2. <i>Integración del Pensamiento Computacional en la formación de profesores de matemáticas</i> .....	53
4.1.3. <i>Influencia del Pensamiento Computacional en la enseñanza de las matemáticas</i> .....	54
4.2. DISEÑO DE LA PROPUESTA .....	58
4.2.1. <i>Asignatura Obligatoria: Pensamiento Computacional en Educación Matemática</i> .....	59
4.2.2. <i>Asignatura Electiva nº1: Pensar, Programar y Crear para el siglo XXI</i> .....	68
4.2.3. <i>Asignatura Electiva nº2: La Praxis matemática en el mundo digital</i> .....	72
<b>5. ACTIVIDADES Y ORIENTACIONES PARA LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA</b> .....	<b>76</b>
5.1. ACTIVIDADES PARA LA ASIGNATURA OBLIGATORIA “PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA” .....	77
<i>Actividad 1: Reconstruyendo los elementos del Pensamiento Computacional</i> .....	77
<i>Actividad 2: Proyecto interdisciplinar de Pensamiento Computacional</i> .....	80
<i>Actividad 3: Resolución de un problema computacional</i> .....	82
<i>Actividad 4: Experiencia desenchufada</i> .....	85
<i>Actividad 5: Experiencia enchufada</i> .....	87
5.2. ACTIVIDADES PARA LA ASIGNATURA ELECTIVA “PENSAR, PROGRAMAR Y CREAR PARA EL SIGLO XXI” .....	91
<i>Actividad 1: Iniciándose en Scratch</i> .....	91
<i>Actividad 2: Proyecto con App Inventor</i> .....	93
<i>Actividad 3: Análisis de códigos</i> .....	95
5.3. ACTIVIDADES PARA LA ASIGNATURA ELECTIVA “LA PRAXIS MATEMÁTICA EN EL MUNDO DIGITAL” .....	98
<i>Actividad 1: Las integrales nos ayudan</i> .....	98
<i>Actividad 2: Análisis de una situación estadística</i> .....	100
<i>Actividad 3: Dibujo 3D</i> .....	102

<b>6. CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b>105</b>
6.1. RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	105
6.2. CONCLUSIONES.....	111
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>114</b>
7.1. GLOSARIO.....	114
7.2. BIBLIOGRAFÍA.....	115
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>121</b>
8.1. ANEXO I .....	121
8.2. ANEXO II .....	126
8.3. ANEXO III .....	130
8.4. ANEXO IV.....	135
8.5. ANEXO V.....	137
8.6. ANEXO VI.....	138



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Componentes del PC Brennan y Resnick (2012) .....	30
Tabla 3.2. Unidades del PC (MINEDUC) vs. Coincidencias del PC con el Pensamiento Matemático .....	40
Tabla 3.3. Estudios empíricos relativos al PC .....	45
Tabla 4.1. OA del Pensamiento Computacional.....	49
Tabla 4.2. Competencias del perfil de egreso de PEM .....	58
Tabla 4.3. Componentes programa de asignatura obligatoria .....	61
Tabla 4.4. Componentes de asignatura electiva nº1 .....	69
Tabla 4.5. Componentes programa de asignatura electiva nº2 .....	73



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Habilidades digitales (% de individuos). 2015-2019 .....	13
Ilustración 2. Conceptos y enfoques del PC .....	32
Ilustración 3. Técnicas del PC .....	32
Ilustración 4. Taxonomía del PC .....	33
Ilustración 5. Similitudes entre los pensamientos computacional y matemático	39
Ilustración 6. Red Semántica. Habilidades para el Siglo XXI .....	48
Ilustración 7. De competencias a resultados de aprendizajes esperados. Asignatura Obligatoria .....	61
Ilustración 8. De competencias a resultados de aprendizajes esperados. Asignatura Electiva n°1 .....	68
Ilustración 9. De competencias a resultados de aprendizajes esperados. Asignatura Electiva n°2 .....	72
Ilustración 10. Mensaje de la madre de Jorge .....	83
Ilustración 11. Siluetas Tangram .....	85
Ilustración 12. Plano Cafetería .....	88
Ilustración 13. Pantalla Scratch .....	92
Ilustración 14. Muestra código ahorcado .....	96



## RESUMEN

El pensamiento computacional es un concepto con creciente interés mundial, sobre todo en el ámbito educacional. En Chile, el Ministerio de Educación lo incluyó en las bases curriculares de la Formación Diferencia Humanista Científico de tercero y cuarto medio junto a otros electivos que permiten la profundización en contenidos matemáticos. Este seminario presenta la creación de una asignatura obligatoria y dos asignaturas electivas, que en su conjunto componen una propuesta de actualización curricular para la carrera de Pedagogía en Matemáticas de la Universidad de Concepción. Dicha propuesta cuenta con un marco de referencia que muestra aspectos teóricos y empíricos que se indagaron para fundamentar y dar sustento a la propuesta, una descripción sucinta de ella, que expone los programas de dichas asignaturas y un capítulo de actividades y principios orientadores para la dictación de los cursos. En síntesis, esta propuesta de actualización curricular ofrece una solución al asunto pendiente en la formación de profesores de matemáticas preparados para desarrollar habilidades del Pensamiento Computacional y ayuda a la carrera de Pedagogía en Matemáticas a integrar este concepto a su malla curricular de forma argumentada y concisa.

Palabras clave: Pensamiento computacional, formación docente, educación, asignaturas, actividades didácticas.

## **ABSTRACT**

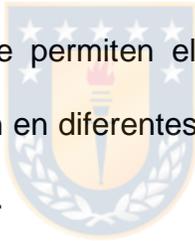
Computational thinking is a concept with growing worldwide interest, especially in the educational field. In Chile, the Ministry of Education included it in the curricular bases of the Scientific Humanistic Differential Training for the third and fourth year of secondary education, along with other electives that allow the mathematical knowledge's deepening. This thesis presents the creation of a compulsory subject and two elective subjects that together make up a proposal for updating the curriculum of the Mathematics Pedagogy career of the University of Concepción. Such proposal has a reference frame that accounts for theoretical and empirical aspects that were investigated to substantiate and support the proposal, a succinct description of it, which exposes the programs of those subjects and a chapter of activities and guiding principles for the course's dictation. In summary, this curriculum update proposal offers a solution in the pending issue of mathematics teacher training prepared to develop Computational Thinking skills and helps the Mathematics Pedagogy to integrate this concept into its curriculum in an argued and concise way.

Key words: Computational thinking, teacher training, education, subjects, didactic activities.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el uso de las tecnologías digitales es algo indispensable para la sociedad en la que vivimos. En la mayoría de las profesiones podemos encontrar algún grado de uso de tecnologías, unas más avanzadas que otras, pero al servicio de dichas profesiones. También es innegable que, durante todo el proceso de consolidación de las tecnologías en nuestra sociedad, la educación ha tenido un rol fundamental.

En el presente, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son el conjunto de tecnologías que permiten el acceso, tratamiento, elaboración y comunicación de información en diferentes códigos. La más conocida de ellas y que las unifica, es la Internet.



Un nuevo concepto que ha venido a actualizar nuestra percepción de las tecnologías y las implicancias que puedan tener actualmente y a futuro, es el Pensamiento Computacional (A partir de ahora PC). Este concepto está siendo desarrollado de manera activa en todo el mundo, siendo el foco de políticas públicas ligadas a la economía, la industria y también, la educación. El eje de la educación ha sido tomado por Chile y por ello ha instaurado a través de su Ministerio de Educación (MINEDUC), unas nuevas bases curriculares que entraron en vigor el año 2020 dentro de los dos últimos cursos de la secundaria chilena (tercero y cuarto medio) para un Plan Diferenciado, concerniente a la

asignatura de matemática, aparece el concepto de PC bajo el alero de una asignatura llamada “Pensamiento Computacional y programación”.

Siguiendo la tendencia del PC, y su implicancia mundial, este seminario viene a aportar de forma directa en instalar este concepto en la Formación Inicial Docente. En este contexto, se provee de forma teórica, metodológica y práctica un abanico de posibilidades para que futuros profesores de Matemáticas de la Universidad de Concepción se formen para poder brindar experiencias en el aula que estimulen un pensamiento crítico, lógico, divergente, y especialmente, computacional.

Este seminario espera entregar un sólido marco teórico, y una propuesta de actualización curricular en la línea del PC para la carrera de Pedagogía en Matemáticas (desde ahora en adelante PEM) de la Universidad de Concepción y a sus autoridades, el cual está en la línea de lo propuesto por el MINEDUC y que se ha puesto en ejecución a partir del 2020, referidas a las cuatro asignaturas electivas en el área de matemáticas, en la educación secundaria de Chile, específicamente el Plan Diferenciado Humanista Científico de tercero y cuarto medio.

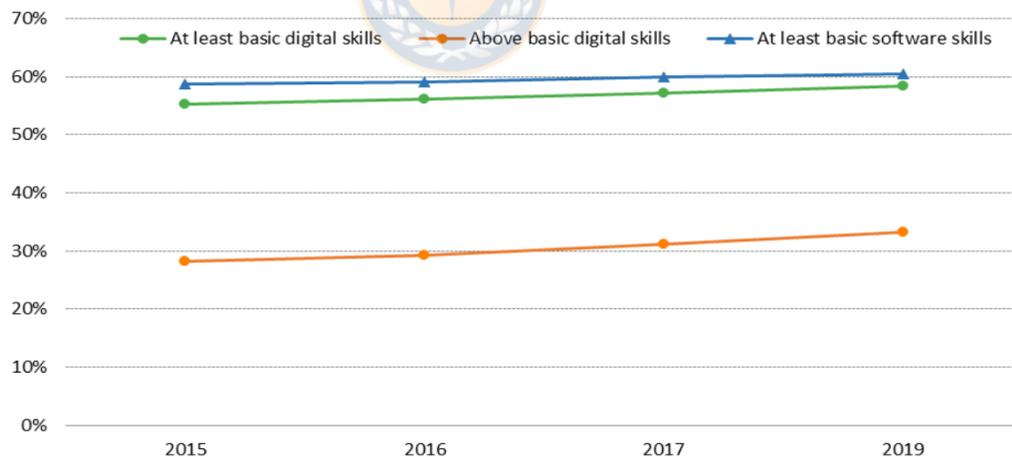
### **1.1. Contexto**

Para la contextualización de este seminario, se comienza desde lo más amplio, es decir, las percepciones sobre la tecnología y el PC a lo largo del mundo, hasta

lo más específico, la inserción del PC en la malla curricular de la carrera de PEM en la Universidad de Concepción.

En primer lugar, teniendo en consideración antecedentes internacionales, Aguinaga (2016) señala que, en la Unión Europea, han puesto énfasis en diseñar políticas públicas y programas relacionados con el desarrollo de tecnologías digitales asociadas a TIC. También tomando en cuenta lo mencionado en la *European Comission* (2020) que dice que: “Aunque ya el 85% de los ciudadanos usaba internet en 2019 en la Unión Europea, antes de la crisis del COVID-19, solo el 58% poseía al menos habilidades digitales básicas” (p. 15).

Ilustración 1. Habilidades digitales (% de individuos). 2015-2019



Fuente: *European Comission* (2020).

Además, la *European Comission* (2020) nos indica que: “Las habilidades digitales son la columna vertebral de una sociedad digital, sin la cual esta no podría beneficiarse a pleno de las tecnologías digitales” (p. 16).

En Europa claramente, a partir de los estudios citados, se observa una clara tendencia a suplir la necesidad de responder a una sociedad que año tras año se digitaliza aún más, la Unión Internacional de Tecnologías o ITU (2019), en donde se muestra que el uso de internet en el mundo el año 2005 era de un 16,8% de los individuos, pasando a un 53,6% de los individuos el 2019, representando un crecimiento promedio anual de un 10% por año, desde el 2005 hasta el 2019. Los porcentajes del continente europeo, al menos en el uso de internet, son por sobre estos valores.

Por otra parte, dentro del mismo reporte de la ITU (2019), se dice que:

En los países desarrollados, la mayoría de las personas están en línea, con un porcentaje cercano al 87% de las personas. En los países menos desarrollados, por otro lado, solo el 19% de las personas están en línea en el 2019. Además, Europa es la región con las tasas de uso de Internet más altas (82,5%) y África es la región con las tasas de uso de Internet más bajas (28,2%) (p. 2).

Esto nos muestra que internacionalmente este tema está siendo planteado, visualizado y que avanza rápidamente, ya que, posee una gran trascendencia en diferentes áreas del quehacer mundial.

Ahora bien, ¿En qué situación se encuentra Chile? ITU (2019) menciona que, entre los años 2014 y 2018, Chile tiene entre un 50% y un 75% de personas con un desarrollo de habilidades básicas relacionadas con las TIC, en cuanto a las habilidades avanzadas, señala que nos encontramos entre un 10% y un 15%. En el documento, además, ITU (2019), hace alusión que: “Si bien los datos

recolectados son suficientes, se requiere recolectar más información y que muestran una clara necesidad de desarrollar habilidades digitales en la población” (p. 10).

Se desprende entonces, la gran importancia de estar en sintonía con las nuevas tendencias que están asociadas a esta transformación cultural en relación con la tecnología, y no sólo a su uso, sino también sobre sus potenciales beneficios. Como se mencionó anteriormente, en la introducción de este documento, la educación juega un rol fundamental en acercar las tecnologías a la población y es por esto por lo que es uno de los terrenos fértiles para continuar con esta actualización respecto a las TIC y que posteriormente nos lleva al PC.

Así es como el Gobierno de Chile, y específicamente referido a la praxis educativa relacionada con el uso de tecnologías, impulsó una serie de iniciativas para comenzar a desarrollar estas habilidades en su población más joven, como por ejemplo, creando el programa Enlaces, que tenía como misión: “Integrar las TIC en el sistema escolar para lograr el mejoramiento de los aprendizajes y el desarrollo de competencias digitales en los diferentes actores”, MINEDUC (2018), y posteriormente, estableciendo el Plan Nacional de Lenguajes Digitales que tiene como objetivo: “Impulsar la transformación digital del país capacitando a docentes en el uso de herramientas que contribuyan a promover la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en el aula. De esta forma, el Plan dejará capacidades instaladas en las escuelas” MINEDUC (2018); sumado

a que se instalaron los conceptos de PC y Ciudadanía digital en el currículum nacional en las nuevas bases curriculares del Plan Diferenciado de tercero y cuarto medio.

Existen, por otra parte, algunas iniciativas privadas en Chile, que fomentan el desarrollo del PC en la población.

Por un lado, están los esfuerzos del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, que han organizado Olimpiadas, eventos y diferentes intervenciones expuestas en la revista Bits (2015). Recientemente, la Fundación País Digital y Samsung Chile, ofrecieron en mayo de 2020, una serie de talleres, en los cuales, en uno de ellos, “se busca entregar los principios básicos del pensamiento computacional a través de la comprensión de la lógica de procesamiento de las máquinas utilizando mapas de flujos”.

Otras iniciativas privadas dentro de nuestro país son la plataforma “Scratch Al Sur” y “Chile-programa” que se centran en desarrollar el PC de los niños, niñas y adolescentes, pero desde el punto de vista de la programación.

Ahora bien, ¿Qué se entiende por Pensamiento Computacional?

En la década de los 80 ya se mencionaba que los niños usarían los computadores como instrumentos de aprendizaje y para mejorar su creatividad (Papert, 1980).

No es hasta 2006, bajo el título de “Pensamiento Computacional”, en donde Jeannette M. Wing, en un artículo escrito para la *Communications of the ACM*,

una revista para la Asociación de la Maquinaria de la Computación de Estados Unidos nos explica que el PC es una habilidad fundamental para todos, no sólo para expertos en Ciencias de la Computación. Así como lo es la lectura, escritura y aritmética, deberíamos agregar el Pensamiento Computacional.

Wing (2006), exponía lo siguiente respecto de lo que se entiende por PC: *“Computational thinking involves solving problems, designing systems, and understanding human behaviour, by drawing on the concepts fundamental to computer science. Computational thinking includes a range of mental tools that reflect the breadth of the field of computer science”*.

Por otra parte, Wing actualiza su definición 4 años después, mencionando que es un trabajo en conjunto con otros investigadores (Wing, 2010):

*Computational Thinking is the thought processes involved in formulating problems and their solutions so that the solutions are represented in a form that can be effectively carried out by an information-processing agent. Informally, computational thinking describes the mental activity in formulating a problem to admit a computational solution. The solution can be carried out by a human or machine, or more generally, by combinations of humans and machines.*

El PC, ha sido investigado por distintos autores e investigadores, posterior a las averiguaciones de la Dra. Wing y se han observado habilidades asociadas a este, las que fueron resumidas y traducidas por Roberts (2019), en una asesoría técnica parlamentaria para el Congreso Nacional de Chile indica que entre estas habilidades se encuentran:

Abstracción: Proceso por el que un artefacto se vuelve más comprensible al reducir detalles innecesarios. La habilidad, en este caso, es seleccionar los elementos más importantes.

Pensamiento algorítmico: Es una manera de ordenar los pasos necesarios para solucionar un problema. La habilidad recae en determinar los pasos más eficientes.

Automatización: Es la habilidad de ordenarle a un computador cómo realizar una tarea repetitiva de forma más eficiente que como lo haría un humano.

Descomposición: Es una manera de pensar en un artefacto comprendiendo sus partes de manera separada. Así, problemas complejos se pueden abordar de forma más simple y la habilidad es poder descomponer de forma eficiente las partes.

Depuración: Es la evaluación sistemática de los pasos para una solución, y la corrección de los errores que puedan aparecer.

Generalización: Una vez que se construye una solución, la generalización es la habilidad para reconocer patrones y similitudes en otros problemas, y utilizar lo aprendido para resolverlos.

A estas habilidades, en la misma asesoría de Roberts (2019) se indican las siguientes técnicas o actitudes a introducir en el aula para desarrollar estas habilidades antes mencionadas, técnicas igualmente resumidas y traducidas:

Reflexión: entendida como la habilidad de hacer juicios justos y honestos, en situaciones complejas que no están libres de prejuicios.

Codificación: básicamente, aprender algún lenguaje informático que permita poner en práctica las habilidades descritas (depuración, generalización, etc.).

Diseño: crear representaciones como diagramas de flujo, guiones gráficos, pseudocódigo, diagramas de sistemas, etc. Involucra otras actividades de descomposición, abstracción y diseño de algoritmos.

Análisis: descomponer en partes (descomposición), reducir la complejidad innecesaria (abstracción), identificar los procesos (algoritmos) y buscar puntos en común o patrones (generalización).

Aplicación: entendida como la adopción de soluciones preexistentes para cumplir con los requisitos de otro contexto. Es la identificación de patrones, similitudes y conexiones en nuevos problemas.

Ante esta serie de habilidades y actitudes que han sido instaladas, uno debe preguntarse quienes son los encargados de implementarlas, y la respuesta recae en el profesorado, en los docentes de Matemática (en donde estos conceptos se han introducido como Ley de la República). En el caso chileno, indicamos que existían iniciativas privadas y públicas, y el ente que introdujo el PC en la praxis educativa fue el MINEDUC. Pero hay un aspecto importante a destacar. La Formación Inicial Docente respecto al Pensamiento Computacional no está tan fuertemente contemplada por el Ministerio. De hecho, en el artículo en donde se

reporta que el Ministerio lanzó el Plan Nacional de Lenguajes Digitales se indica, al final, “Apoyo a universidades para incorporar la enseñanza del Pensamiento Computacional a la Formación Inicial Docente”, sin develar mayores detalles del cómo se está apoyando a estas universidades en aquel proceso.

Es por ello, que en este seminario también se analizan los diversos programas de estudio y mallas curriculares de distintas universidades que dictan la carrera de PEM (y sus distintas especialidades, como Física, Computación, entre otras), donde se reportó sólo en un perfil de egreso la presencia de la palabra “Pensamiento Computacional” y en sólo una malla curricular, una asignatura referida al PC.

Es preciso señalar, que, en muchas universidades, se han realizado rediseños curriculares a sus planes de estudio, agregando asignaturas y enfocando sus planes hacia una formación con preparación en las TIC, pero, cómo lo evidenciamos en el párrafo anterior, escasos en propuestas o preparación de futuros docentes relativo al PC.

## **1.2. Pregunta de investigación**

La carrera de PEM de la Universidad de Concepción, en el año 2016, comenzó a poner en marcha su nueva actualización curricular, en donde se procede a hacer un cambio en el nombre de la carrera y se realizaron varias modificaciones. A pesar de las modificaciones, hay algunos puntos que destacar.

Cómo primer aspecto, se observa que no existen asignaturas obligatorias en formación en idiomas, en inglés, siendo uno de los idiomas más útiles para buscar fuentes de investigación. Una opción sería establecer un módulo de idiomas en donde los estudiantes deban elegir entre dos o tres opciones y seguir esa línea.

En segundo lugar, se denota una fuerte base de conocimientos relacionados a la especialidad de matemáticas, pero notando la existencia de una asignatura que es producto de la fusión de Cálculo I y Cálculo II (Cálculo Diferencial e Integral). Esta asignatura parece ir en contra de lo que sucede con el área de Geometría y Estadística, que están divididos en dos asignaturas (Geometría I, Geometría II; Estadística Inferencia y Muestreo), una prerrequisito de la anterior. Por otro lado, si comparamos las nuevas bases curriculares para el Plan Diferenciado Humanista Científico (de ahora en adelante HC) de tercero y cuarto medio, se puede decir, brevemente, que la carrera cumple en los electivos de “Límites, derivadas e integrales” y en “Probabilidades, estadística descriptiva e inferencial”, y cumple medianamente en “Geometría 3D”. Pero en “Pensamiento computacional y programación” no se nota una asignatura que aborde estos conceptos, es verdad que se presentan conceptos básicos de programación en el plan de estudios, pero no hay mayor profundización sobre las directrices del MINEDUC ni de los beneficios que el PC tributa en otras disciplinas, como, por ejemplo, en estrategias como la resolución de problemas.

Visto lo anterior, dado los cambios ocurridos, enfrentando el nuevo proceso de actualización curricular que se viene por delante y siendo el PC un concepto actual con pleno desarrollo global, hemos de preguntarnos:

¿Cómo podríamos introducirlo dentro de la malla curricular de la carrera de PEM la temática pensamiento computacional y programación?

También es importante hacerse la pregunta qué mencionan Yadav *et. al.* (2017): “¿Cómo desarrollamos la base de conocimientos de futuros profesores para que puedan proveer experiencias relacionadas al Pensamiento Computacional que sean relevantes, atractivas y significativas para sus estudiantes?” (p.59).

En resumen, y tomando en consideración ambas interrogantes, se hace posible plantear la siguiente Pregunta de Investigación:

¿Cómo fortalecer la malla curricular de la carrera de Pedagogía en Matemáticas de la Universidad de Concepción para responder a las nuevas demandas sobre el PC que señalan las bases curriculares del Plan Diferenciado Humanista Científico propuesto por el MINEDUC?

A partir de la pregunta recién planteada, la respuesta lógica y necesaria que aparece en el horizonte es crear una propuesta que permita unir los conocimientos relacionados a las TIC, la resolución de problemas y la didáctica con conceptos del PC en dónde podamos hacer que los futuros docentes de matemática puedan satisfacer los requerimientos del MINEDUC en cuanto a la

inserción curricular del PC, para así, posteriormente, hacer a sus estudiantes vivir experiencias “computacionales”.

En virtud del contexto del seminario presentado y su relación con la pregunta de investigación, han de proponerse algunas subpreguntas:

1. ¿Nuevas asignaturas referidas al Pensamiento Computacional permiten optimizar la malla curricular actual de la carrera de Pedagogía en Matemáticas?
2. ¿Qué contenidos deberían conformar los programas de las nuevas asignaturas?
3. ¿De qué forma estas nuevas asignaturas a través de sus programas interactúan y se transversalizan con otras asignaturas de la malla curricular de la carrera de Pedagogía en Matemáticas?
4. ¿Qué orientaciones didácticas, metodológicas y evaluativas deberían sugerirse para el correcto desarrollo de estas asignaturas?
5. ¿Las nuevas asignaturas contribuyen a dar respuesta a los requerimientos del MINEDUC, en relación con el desarrollo del Plan Diferenciado HC de tercero y cuarto medio?
6. ¿Cuáles son las proyecciones y desafíos futuros que propone este aporte a la actualización curricular de la carrera de Pedagogía en Matemáticas?

### **1.3. Reseña de la propuesta**

La propuesta de actualización curricular, en la forma de creación de una asignatura obligatoria y dos electivos que se acompañan de un análisis teórico, desde un punto de vista del PC ligado a la enseñanza de las matemáticas, la relación de esta propuesta con los lineamientos de la Universidad y del MINEDUC, el perfil de egreso de la carrera, los contenidos, metodologías, actividades, orientaciones, evaluaciones y bibliografías que se requieren para validarse en el entorno académico y ser una contribución real y eficiente dentro de la malla curricular de la carrera de PEM de la Universidad de Concepción.

Este seminario finaliza dando cuenta de una sólida propuesta, que acompañada con los programas de estudios dan pie a futuros desafíos en el área del PC, no sólo para la carrera, y no sólo para la Universidad, sino que, para otras casas de estudios y para el MINEDUC; permitiendo con ello ser un aporte al cómo poder integrar este nuevo concepto en la Formación Inicial Docente y así dar respuestas a las demandas educativas nacionales.

## 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el contexto de las demandas ministeriales en cuanto a la dictación de la asignatura de “Pensamiento Computacional y Programación” a nivel de tercero y cuarto medio del Plan Diferenciado HC, lo que se espera, es que se pueda preparar una base de conocimientos, habilidades y destrezas dentro de profesores de Matemáticas salientes de la Universidad de Concepción, para que posteriormente puedan cumplir su rol formador de la mejor forma dentro de sistema educativo en su totalidad, en particular también, en los electivos de tercero y cuarto medio, según las nuevas bases curriculares.

La situación actual de la Formación Inicial Docente en nuestro país respecto al PC es escasa. Actualmente la carrera de PEM de la Universidad de Concepción no presenta ni en su malla curricular ni en su perfil de egreso pistas del concepto “Pensamiento Computacional”. Lamentablemente, esto muestra un atraso en cuanto a lo que plantea el MINEDUC en la línea de las Ciencias de la Computación y también en sus electivos para la órbita de la formación docente a nivel universitario, donde: “Uno de los problemas más comunes en los rediseños curriculares que se orientan al logro de competencias lo constituye el divorcio que se establece entre las competencias formuladas en el perfil de egreso y las propuestas de enseñanza” (Icarte & Labate, 2016, p. 5), y que en el caso de la carrera de PEM de la Universidad de Concepción no hay conexión tan clara entre

el perfil de egreso actual y las nuevas tendencias que refieren al Pensamiento Computacional.

Dentro de la malla curricular, por ejemplo, existe una asignatura llamada “Multimedios e Hipermedios en Educación Matemática” que en su Programa de Asignatura explicita lo siguiente: “El futuro profesor de matemática debe estar en conocimiento de la existencia de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (NTIC) y cómo estas pueden ser aprovechadas para enriquecer un ambiente de enseñanza aprendizaje, direccionado al desarrollo del pensamiento lógico-matemático”. En este caso particular, podemos observar que el foco está en las TIC, en una mirada sólo funcional de las tecnologías y que no incorpora al PC, siendo este último concepto, un *approach* más completo sobre él cómo podemos integrar las tecnologías en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Para lograr dar respuesta a la Pregunta de Investigación y a las subpreguntas expuestas en el capítulo 1, sección 1.2. y quedando de manifiesto la situación actual de la carrera, es decir, la necesidad de que se debe introducir el PC dentro de PEM y no se tiene claridad cómo llevarlo a cabo. Por lo tanto, dicha problemática será abordada mediante el planteamiento de los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Crear una propuesta de asignaturas referidas al Pensamiento Computacional como un aporte a la actualización de la malla curricular de la carrera de Pedagogía en Matemáticas de la Universidad de Concepción.

Objetivos específicos:

- Fundamentar la creación de las asignaturas dentro del contexto de actualización de la malla curricular de la carrera de Pedagogía en Matemáticas de la Universidad de Concepción.
- Determinar requisitos y conocimientos mínimos para el diseño de las asignaturas relativas al Pensamiento Computacional.
- Diseñar programas de asignaturas y sus correspondientes syllabus que permitan el desarrollo de las habilidades y actitudes del Pensamiento Computacional.
- Elaborar orientaciones didácticas, metodológicas y evaluativas para el proceso de enseñanza y aprendizaje de estas nuevas asignaturas.

### 3. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1. Antecedentes teóricos

Este capítulo proporciona referencias teóricas que sustentan el desarrollo de la propuesta de este seminario en la línea del Pensamiento Computacional. En el primer capítulo del libro, específicamente en la sección del contexto, se expuso la primera definición formal (y su posterior actualización en 2010) del PC de la Dra. Jeannette Wing, continuando en este capítulo con la profundización en dicha temática, explorando las definiciones posteriores que le siguieron y que entregan las bases para la construcción de las asignaturas que se propondrán en el capítulo 4.

Una de las críticas más importantes a la labor de Wing, que detonaron la robustez de la definición años después, según Moreno-León *et. al.* (2019), fueron lo vago y ambiguo de la definición, y en esa misma línea, Lu & Fletcher (2009), advierten lo siguiente: “*Computational thinking helps us to systematically and efficiently process information and tasks. But while teaching everyone to think computationally is a noble goal, there are pedagogical challenges*” (p.260), entregando un pequeño atisbo sobre los desafíos del PC en el ámbito educativo.

Varias definiciones siguientes estuvieron enmarcadas también en dar solidez y concretizar lo que Wing expresaba en su artículo.

Aho (2011), expresa lo siguiente:

*We consider computational thinking to be the thought processes involved in formulating problems so their solutions can be represented as computational steps and algorithms. An important part of this process is finding appropriate models of computation with which to formulate the problem and derive its solutions. (p. 2)*

La definición anterior nos entrega algunos conceptos importantes que habrían de asociarse al PC y tomando en consideración los desenlaces educativos que implica la aparición de este término, Barr & Stephenson (2011) manifiestan que el Pensamiento Computacional es un enfoque para resolver problemas que puede ser automatizado y aplicado en todas las disciplinas, siendo los estudiantes los constructores de su aprendizaje, utilizando conceptos, tales como, la abstracción, la iteración y la recursividad para procesar y analizar data.

Otra contribución, la realizan Brennan & Resnick (2012), otorgando conceptos, prácticas y perspectivas al PC, las cuales están expuestas en la siguiente tabla:

Tabla 3.1. Componentes del PC Brennan y Resnick (2012)

<b>CONCEPTOS</b>	<u>Secuencias</u> : Instrucciones por computador para ejecutar comportamientos.
	<u>Bucles</u> : Repetir una misma instrucción un número determinado de veces.
	<u>Paralelismo</u> : Concurrencia de múltiples instrucciones.
	<u>Eventos</u> : Disparadores para ciertas acciones que pueden pasar para crear ambientes interactivos.
	<u>Condicionales</u> : Restricciones en la ejecución de instrucciones, que producen distintos resultados.
	<u>Operadores</u> : Funciones matemáticas y en cadena.
	<u>Data</u> : Almacenamiento, recuperación y actualización de la información.
<b>PRÁCTICAS</b>	<u>Ser incremental e iterativo</u> : Iterar procesos para diseñar e implementar soluciones, paso a paso.
	<u>Testeo y depuración</u> : Ensayo y error procesa la prueba y retira malfuncionamientos como garantía.
	<u>Reusar y mezclar</u> : Construir instrucciones reutilizables y construir nuevos productos basados en trabajos de otras personas.
	<u>Abstracción y módulos</u> : Modelar sistemas complejos con elementos básicos.
<b>PERCEPCIONES</b>	<u>Expresar</u> : Percepción de la computación como una forma de crear y expresar.
	<u>Conectividad</u> : Percepción de la computación como una forma de interactuar y trabajar con otros.
	<u>Cuestionamiento constante</u> : Realizarse preguntas y usar la tecnología para resolver problemas de la vida real.

Nota: Traducción propia.

Fuente: Elaboración propia a partir de Shute (2017, p. 151).

Al observar la tabla 3.1. se da cuenta de una serie de componentes más detallado, a diferencia de definiciones anteriores, respecto al PC. Una vez más, autores identifican habilidades como la iteración, el pensamiento crítico, la depuración y automatización.

Por otro lado, aparece una propuesta que enumera una serie de elementos que ayudarían en el soporte del PC en el currículum escolar de Grover & Pea (2013):

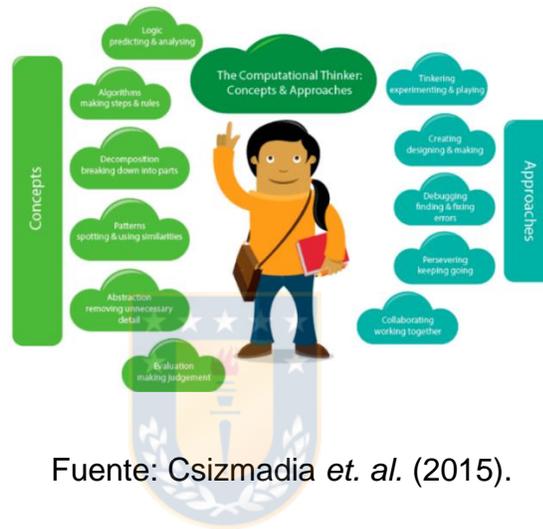
*Abstractions and pattern generalizations (including models and simulations); systematic processing of information; symbol systems and representations; algorithmic notions of flow of control; structured problem decomposition (modularizing); iterative, recursive, and parallel thinking; conditional logic; efficiency and performance constraints; and debugging and systematic error detection. (p. 39)*

A medida que los años pasan, se evidencia un desarrollo más exhaustivo del PC y un proceso que ha explorado variables más complejas desde su definición, elementos (hasta el momento no categorizadas como habilidades) que deben estar presentes para desarrollarlo en educación y sus posibles proyecciones. Se sigue una clara tendencia de que el Pensamiento Computacional está siendo definido como un conjunto de componentes y no directamente dentro de una definición estándar y acotada.

Un aporte significativo a la discusión, desde un punto de vista educativo, lo realizan Csizmadia *et. al.* (2015), que relacionan al Pensamiento Computacional con la habilidad de pensar: De modo algorítmico; En términos de descomposición; En generalizaciones, identificando y utilizando patrones; De modo abstracto, seleccionando buenas representaciones; En términos evaluativos.

Los autores, además, se expresan en cada una de las habilidades de pensar y resumen estos conceptos, junto a algunas orientaciones relativos a ellas, en la siguiente ilustración:

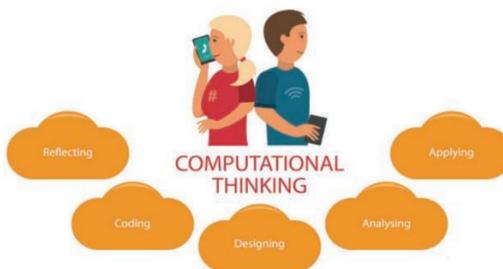
Ilustración 2. Conceptos y enfoques del PC



Fuente: Csizmadia *et. al.* (2015).

Es más, los autores también ofrecen una dimensión más, técnicas que son reflejadas en la ilustración siguiente:

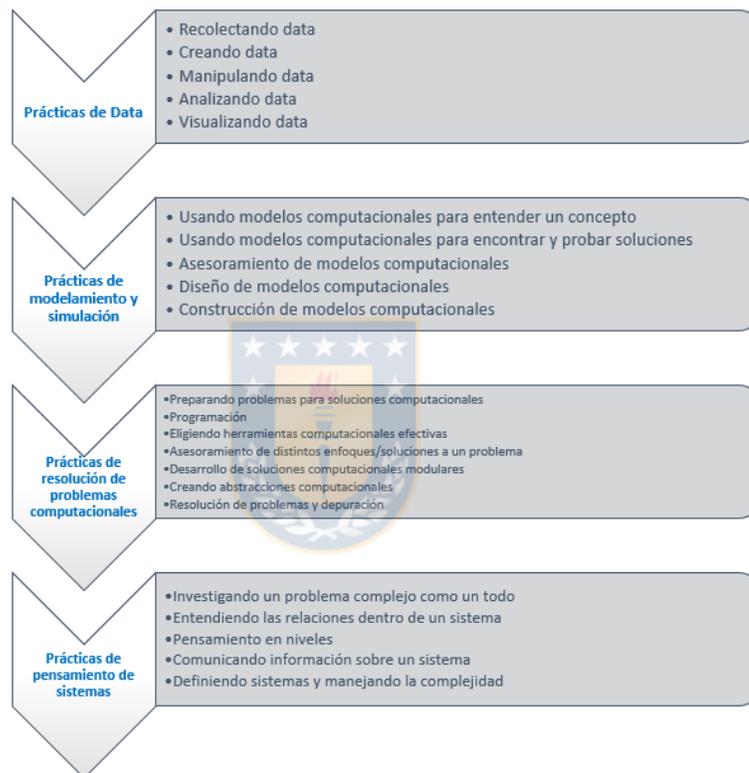
Ilustración 3. Técnicas del PC



Fuente: Csizmadia *et. al.* (2015).

Otro esfuerzo fundamental a la discusión educativa, en este caso para las clases de matemáticas y ciencias, es la Taxonomía del PC representada en la siguiente ilustración:

Ilustración 4. Taxonomía del PC



Nota: Traducción propia.

Fuente: Elaboración propia a partir de Weintrop *et. al.* (2015).

El trabajo de Weintrop *et. al.* (2015) tiene una interesantísima contribución a cómo las habilidades del PC, o que normalmente se asocian a él, pueden aparecer y cultivarse en las aulas de matemáticas y ciencias. En primer lugar, porque nos encamina el proceso taxonómico del PC con *Education for Science*,

*Technology, Engineering, Art+Design and Mathematic* o simplemente Educación STEAM. El objetivo de la Educación STEAM se refiere a la incorporación de recursos humanos dentro de la ciencia y la tecnología para desarrollar habilidades del siglo XXI mediante una educación interdisciplinar de ciencias, tecnología, ingeniería, artes y finalmente matemáticas (Zamorano *et. al.*, 2018). Por otra parte, brinda un antecedente respecto a la aplicación del PC en educación, la interdisciplinariedad como aspecto vital.

Cómo se revisará en la fundamentación de la propuesta, en el capítulo 4, el MINEDUC insertó el PC en el Currículum Nacional Diferenciado HC el año 2019, con el foco principal en las matemáticas, pero con un importante elemento de interdisciplinariedad, como en todo el currículum escolar. El MINEDUC asoció el Pensamiento Computacional con ciencias, artes, diseño, tecnologías, entre otras, y así dar respuesta a una inquietud planteada por Zamorano *et. al.* (2018) que señalan que la educación STEAM está aún en una fase inicial, con características, propuestas y recursos poco claros.

Teniendo estos antecedentes claros respecto a la complejidad de definir el PC como único elemento que Wing nos introduce en el 2006, citada por Zapata-Ros (2015), indica que el PC se conceptualiza, no se programa; son fundamentales las habilidades no memorísticas o no mecánicas; el Pensamiento Computacional se complementa y se combina el pensamiento matemático con la ingeniería y en él lo importante son las ideas, no los artefactos. Esta visión que Wing plantea,

junto con la serie de elementos descritos por variados autores desde 2006 hasta 2015, ayudan a dar sustento a la definición más completa del PC que se ha visto en la literatura revisada que señala lo siguiente:

El pensamiento computacional consiste en la resolución de problemas, el diseño de los sistemas, y la comprensión de la conducta y de las actividades humanas haciendo uso de conceptos y procedimientos básicos para el trabajo y la elaboración de programas y algoritmos en la informática, valiéndose para ello de habilidades específicas y de técnicas necesarias para estos objetivos, que en conjunto constituyen la base de la cultura digital. Entre estas habilidades y técnicas se identifican las quince siguientes: Análisis ascendente, análisis descendente, heurística, pensamiento divergente, creatividad, resolución de problemas, pensamiento abstracto, recursividad, iteración, métodos por aproximaciones sucesivas (Ensayo – error), métodos colaborativos, patrones, sinéctica, metacognición y cinestesia (Zapata-Ros, 2018).

Dando cuenta de una caracterización de las habilidades y técnicas por el autor anterior, es que Pérez-Paredes & Zapata-Ros (2018), citados por Lastra & Mardones (2019), detalla lo siguiente respecto a ellas:

1. Análisis descendente: Este tipo de análisis se corresponde al diseño de submétodos o módulos de resolución de problemas auxiliares o submétodos, con el fin de aportar a la solución de una tarea compleja que es, originalmente, no puede ser abordada con un método de resolución específico.
2. Análisis ascendente: Este tipo de análisis se identifica con la resolución de las aristas más concretas de un problema específico, para luego continuar con la resolución de las aristas más abstractas.

3. Heurística: Técnicas basadas en la experiencia para la resolución de problemas, así como también al aprendizaje y el descubrimiento de particularidades o de reglas atinentes a un problema específico.

4. Pensamiento divergente: Pensamiento, también llamado lateral o pensamiento “fuera de la caja”, lo que se corresponde a patrones de pensamiento fuera de la rutina cognitiva habitual para dar origen a ideas.

5. Creatividad: Habilidad en el uso del pensamiento divergente y convergente con el fin de generar ideas que producen un quiebre en los estándares asociados a ella.

6. Resolución de problemas: Uso de métodos específicos para determinar los pasos a seguir para generar una acción que entregue resultados esperados para el fin deseado.

7. Pensamiento abstracto: Habilidad para trabajar con modelos abstractos de la realidad, resaltando las propiedades más relevantes del objeto de estudio para el logro de un objetivo. Esto lleva a conclusiones y/o reglas que permiten predecir el comportamiento de estos objetos.

8. Recursividad: Un método de resolución de problemas, también llamado recurrencia, que corresponde a la resolución de un problema que puede ser remitido a otro problema similar, pero de menor tamaño.

9. Iteración: Descomposición de un problema complejo en problemas simples, de iguales características, que se repiten hasta lograr el objetivo deseado.

10. Métodos por aproximaciones sucesivas: Ensayo y error. Confrontación de ideas a través de la experimentación para el desarrollo de una percepción de la realidad.

11. Métodos colaborativos: Métodos que permiten la conceptualización y aprendizaje entre dos o más personas a través de un desarrollo colaborativo de actividades específicas.

12. Patrones: Secuencia que se repite en un entorno determinado, el cual, permite la solución de un problema específico (identificado o desconocido) sin modificar su comportamiento interno.

13. Sinéctica: Metodología para la resolución de problemas a través de habilidades creativas de una forma racional.

14. Metacognición: Conciencia de recursos cognitivos propios para el aprendizaje, lo que incluye limitaciones y fortalezas.

15. Cinestesia: Percepción del equilibrio, espacio y tiempo desde un esquema corporal.

Ya definido el PC en educación y sus habilidades, en un más sentido amplio, surgió en la comunidad científica y educativa [el](#) preguntarse ¿cómo habría de enseñarse esta nueva temática? Existen dos enfoques según refiere el Instituto

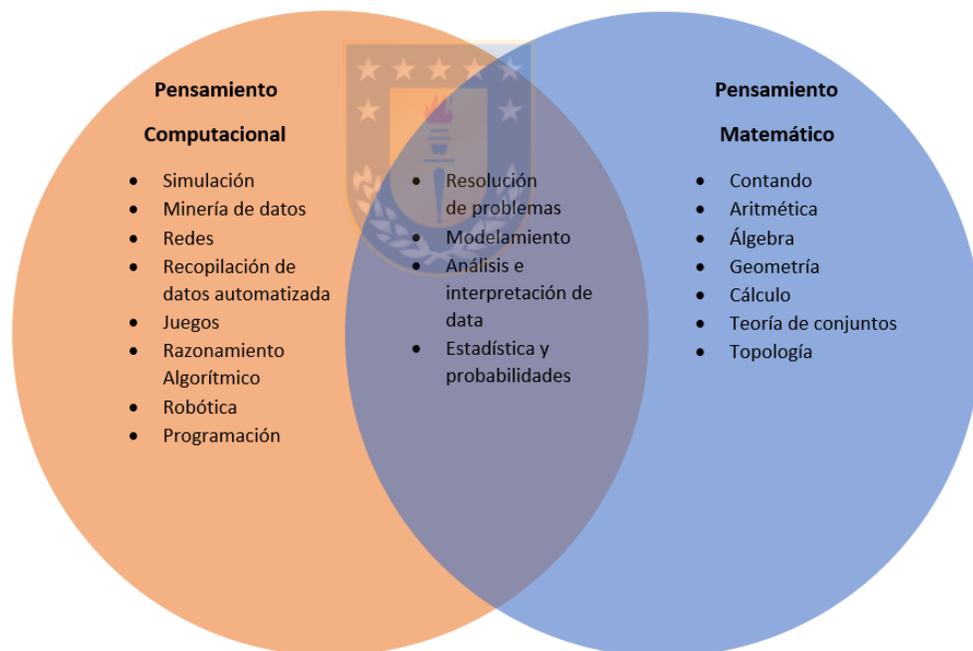
Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado o INTEF sobre como incorporar el PC en la educación, específicamente bajo la mirada de la programación y la robótica. (MEFP, 2018). Uno de ellos ligado a la incorporación de los recursos directamente, que posteriormente llevarán a desarrollar el PC, y el otro enfoque ligado a una transversalidad, didáctica, planificada y sistemática de la incorporación del Pensamiento Computacional, siendo estas tecnologías, un medio para un fin, entre otras. Luego de un análisis de ambas miradas, Sánchez-Vera (2019) concluyó que el Pensamiento Computacional no depende exclusivamente de la programación, la robótica u otras tecnologías, sustentado en el PC desenchufado (que será descrito posteriormente), que puede integrarse de forma transversal en las distintas áreas del conocimiento, no sólo en matemáticas y siendo el rol del docente una guía fundamental en la incorporación del concepto en el sistema educativo.

Recogiendo las conclusiones de Sánchez, respecto al PC desenchufado, es válido preguntarse ¿qué es? El PC desenchufado o *unplugged* se refiere a una serie de actividades que desarrollan habilidades del Pensamiento Computacional en contextos previos a la secundaria o la formación universitaria, siendo estas totalmente *offline*, es decir, sin la utilización de tecnologías, cómo computadoras o dispositivos móviles (González-González, 2019; Zapata-Ros, 2019). La posición de incluir actividades de este tipo ha ganado mucha fuerza en los últimos años, creciendo el interés por observar enfoques pedagógicos del PC desenchufado, bajo la gran premisa que se debe necesita manejar bien el

Pensamiento Computacional antes de iniciar en la programación (Caeli & Yadav, 2020). Dentro de los antecedentes empíricos se profundizará en experiencias que den cuenta de la aplicación del PC desenchufado.

Un ámbito distinto, pero no menos importante, es la integración del PC desde la matemática y los procesos que se generan, hay una contribución importante a relacionar ambos conceptos, que se presenta en la siguiente ilustración:

Ilustración 5. Similitudes entre los pensamientos computacional y matemático



Nota: Traducción propia.

Fuente: Elaboración propia a partir de Shute (2017).

En este instante es que se observa la existencia de cuatro grandes ejes de coincidencia, tanto para el pensamiento matemático y el PC en la Ilustración 5,

cómo lo son: La resolución de problemas; el modelamiento; el análisis de datos y su interpretación; estadística y probabilidades. Junto a lo mencionado a lo largo de los antecedentes teóricos respecto a habilidades sobre PC (Wing, 2006; Lu & Fletcher, 2009; Aho, 2011; Barr & Stephenson, 2011; Brennan & Resnick, 2012; Grover & Pea, 2013; Csizmadia *et. al.*, 2015; Weintrop *et. al.*, 2015; Zapata-Ros, 2018), se pueden trazar aspectos coincidentes en base a lo presentado en la Ilustración 5 y que van en línea en lo que el MINEDUC presenta en el programa de estudio de “Pensamiento Computacional y Programación”, en todas las unidades, siendo la última unidad más enfocada no tanto en el pensamiento matemático, sino que propiamente a habilidades más referidas a la programación directamente. Esto se puede advertir en la tabla siguiente:

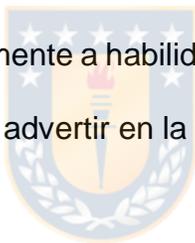


Tabla 3.2. Unidades del PC (MINEDUC) vs. Coincidencias del PC con el Pensamiento Matemático

UNIDADES	COINCIDENCIAS
<p>Unidad 1</p> <p>La escritura como medio para comunicar y almacenar la información.</p>	<p>El análisis de datos y su interpretación</p>
<p>Unidad 2</p> <p>La resolución de problemas y las máquinas.</p>	<p>El análisis de datos y su interpretación</p> <p>La resolución de problemas</p>
<p>Unidad 3</p> <p>Ayuda de la computadora en problemas geométricos y estadísticos.</p>	<p>El análisis de datos y su interpretación</p> <p>El modelamiento</p> <p>Estadística y probabilidades</p>
<p>Unidad 4</p> <p>Elaboración de apps para dispositivos electrónicos móviles.</p>	<p>El análisis de datos y su interpretación</p> <p>El modelamiento</p> <p>La resolución de problemas</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de MINEDUC (2018).

A partir de la tabla 3.2. entonces, queda en evidencia que los antecedentes teóricos presentados y lo propuesto por el MINEDUC siguen una senda común y compenetrada. Las cuatro coincidencias planteadas no son propias de una unidad, estando presente más de una en cada una; dando fuerza a la presentación del electivo por parte del ministerio y además sumando consistencia a la correlación con las definiciones que el PC ha adquirido a lo largo de esta última década.

### 3.2. Antecedentes empíricos

En la sección de antecedentes teóricos quedó de manifiesto la construcción de lo que se conoce hoy y que validamos en este seminario sobre el Pensamiento Computacional. A continuación, se procede a revisar algunas experiencias empíricas que tienen en común la temática del PC, pero que difieren en sus grupos objetivo, en el contexto sociocultural en qué se implementan, su geografía y además se presentarán antecedentes de estudios internacionales y nacionales, que cómo se dijo en el contexto están compuestas por iniciativas públicas y privadas.

La gran mayoría de las experiencias relacionadas a la educación STEAM tienden a asociar el desarrollo de conceptos de la programación para fomentar el PC. Bajo esa lógica, un interesante proyecto tuvo lugar en el estado Connecticut en los Estados Unidos, en donde, Morelli *et. al.* (2011) se preguntaron si el emergente “App Inventor” puede llevar el PC a la educación primaria y secundaria. Estudiantes de pregrado que estuvieron cuatro semanas en un proceso de autoaprendizaje con tutoriales y profesores universitarios que ya habían dictado asignaturas avanzadas sobre ciencias de la computación fueron el equipo que participó de este proyecto concluyendo que la aplicación es accesible y poderoso para novatos, al igual que el Scratch por su intuitivo proceso de programación en bloque y la app además ayuda en el proceso de resolución de problemas, siendo este último punto el de mayor relevancia, por ser un proceso clave en el desarrollo del PC.

Otro estudio, de Kim *et. al.* (2013), que trabajó con profesores en formación, desarrolló actividades desenchufadas mediante un método llamado *Paper and Pencil Programming Strategy* (PPS) que tiene como objetivo principal ayudar en la apropiación de conceptos del PC y que con la asistencia de un pretest y después de 30 horas de trabajo, distribuidas en 15 semanas, los investigadores aplicaron un post test, que los hizo determinar que efectivamente esta técnica si es beneficiosa al introducir a docentes el Pensamiento Computacional, además de aumentar su interés y creatividad en dicho concepto.

Hasta este punto, se ha podido dar cuenta de una intervención que va en la línea de actividades enchufadas (Morelli *et. al.*, 2011) y otra que trabaja con actividades desenchufadas (Kim *et. al.*, 2013). En la investigación siguiente, ambos elementos se conjugan, pero con una gran diferencia, el grupo objetivo de este proyecto son estudiantes de secundaria. Mouza *et. al.* (2016) nos expone un taller extracurricular aplicado a dichos estudiantes, de 9 semanas de duración en donde se les enseñaba sobre ciencias de la computación, con fijación en el PC y con trabajo vía programación y actividades desenchufadas. El estudio da cuenta del beneficio que trae a los alumnos que tomaron el curso y además destaca la importancia de tratar el PC de forma interdisciplinar bajo la mirada de las ciencias, las matemáticas y la tecnología.

Un grupo de académicos de la Universidad de Purdue contribuyen a las experiencias empíricas sobre PC con un *paper* bastante valioso. En este se

describe un estudio que permite a profesores en formación enriquecer su rol de educador para transmitir el PC a sus estudiantes, introduciendo módulos sobre dicho tema y posteriormente evaluando el impacto que genera en ellos (Yadav *et. al.*, 2014). Este estudio lo complementa Yadav con un artículo subsecuente que reafirma la importancia de introducir el Pensamiento Computacional en la formación inicial docente (Yadav *et. al.*, 2017). El primer artículo trabaja con 357 profesores en formación que debe contestar una encuesta sobre lo que entienden por PC, su valoración sobre él cómo podría ser integrado en clases y su relación con otras disciplinas. De nuevo se denota el concepto de interdisciplinariedad del PC. Yadav *et. al.* (2014) indican que, al integrar este tipo de iniciativas en la formación, los docentes comprenden más adecuadamente las habilidades asociadas al PC y observan que podría integrarse a las aulas, que no sería tanto difícil hacerlo.

La mayoría de las intervenciones que aparecen en la literatura están centradas en la Educación STEAM, la formación docente, las actividades desenchufadas y enchufadas y la programación. Se puede observar que las intervenciones que hemos descrito giran en torno a dichos elementos. En este caso, cómo la propuesta de este seminario se realiza en una universidad chilena, el siguiente caso que se presenta se da en el contexto educativo nacional.

González *et. al.* (2018) propusieron un taller de C++, que es un lenguaje de programación básico, a estudiantes de la educación media chilena. Junto a un

pretest y un post test de Pensamiento Computacional, evaluaron el progreso de los estudiantes y los niveles de apropiación de C++ para dar cuenta que el taller si favoreció el desarrollo del PC en dichos estudiantes de forma significativa. Un importante dato de este estudio es que además de ser de nivel nacional, utilizan un Test de Pensamiento Computacional bastante reconocido para el pre y post test que permiten validar el taller y sus objetivos finales, siendo el de Román-González (2015) el escogido.

Otros artículos y estudios que valen la pena destacar y que tributan al trabajo con el PC son resumidos en la tabla 3.3. en la página siguiente:



Tabla 3.3. Estudios empíricos relativos al PC

Estudio	Contexto educativo	Herramientas utilizadas
Denner <i>et. al.</i> (2014)	Educación secundaria 320 estudiantes Estados Unidos	Programación con Alice Comparación trabajo individual y en pares
Kalelioglu & Gulbahar (2014)	Educación primaria 49 estudiantes Turquía	Programación con Scratch Entrevista, cuestionarios y observación
Jaipal-Jamani & Angeli (2016)	Educación superior 21 profesores en formación Canadá	Robótica en cursos de ciencias Cuestionarios pre y post curso
Brackmann <i>et. al.</i> (2017)	Educación primaria 73 estudiantes España	Actividades desenchufadas Cuestionarios pre y post taller
Lastra & Mardones (2019)	Educación primaria 24 estudiantes Chile	Actividades desenchufadas Cuestionarios pre y post taller
Rodríguez del Rey <i>et. al.</i> (2020)	Educación superior 36 estudiantes Cuba	Resolución de problemas para el desarrollo del PC Cuestionarios pre y post taller
De Jesus & Silveira (2020)	Bachillerato Educación superior 72 estudiantes Brasil	Aprendizaje en base a videojuegos Robocode y LightBot
Pürbudak & Usta (2021)	Educación secundaria 83 estudiantes Turquía	Actividades basadas en estilos de aprendizaje en entornos Web 2.0 Cuestionarios pre y post curso

Fuente: Elaboración propia.

## **4. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Fundamentación interna de la propuesta**

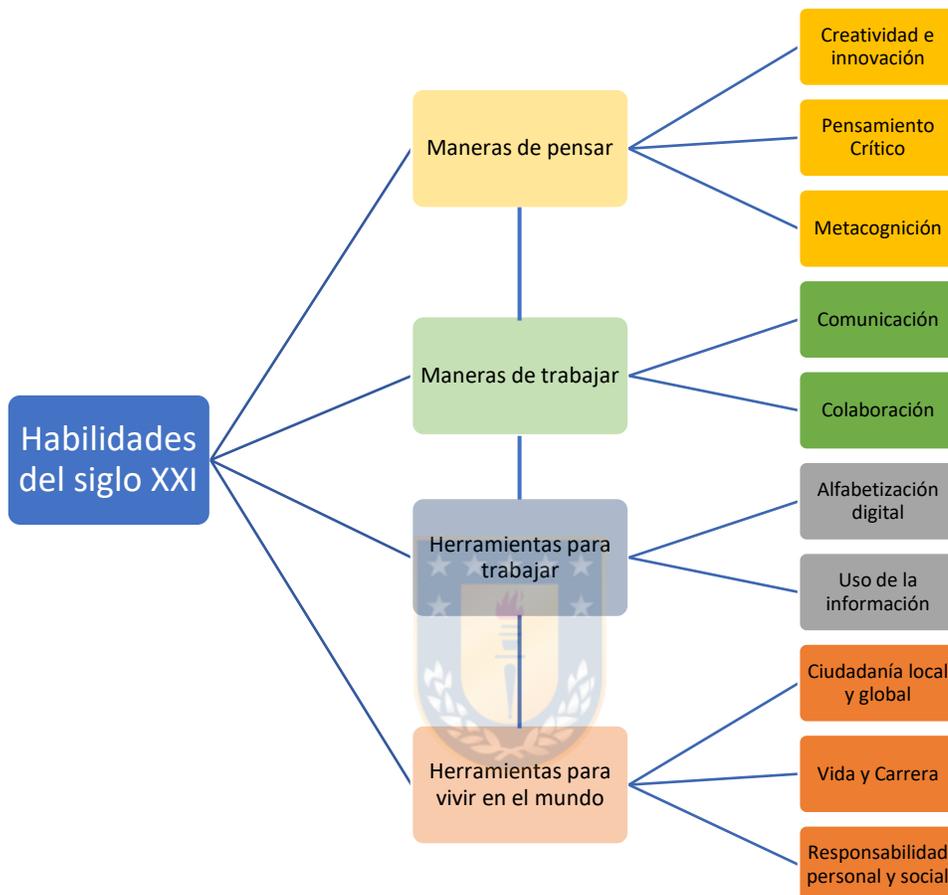
En el siguiente capítulo, se darán a conocer algunos de los ejes argumentativos que sustentan la creación de las asignaturas, la de carácter obligatorio y las dos electivas referidas al PC que componen la propuesta.

#### **4.1.1. La visión del Pensamiento Computacional para el Ministerio de Educación de Chile.**

El Gobierno de Chile a través del MINEDUC, lanza el Plan Nacional de Lenguajes Digitales el año 2019. Junto a lo anterior cabe mencionar que las nuevas bases curriculares de tercero y cuarto medio para la Formación Diferenciada HC se sustentan teóricamente en las habilidades digitales para el siglo XXI, de donde se seleccionaron para integrar el currículum escolar a partir de los modelos de distintos autores (Binkley et al., 2012; Fadel et al., 2015). Estas habilidades, según lo que refiere el Ministerio de Educación, están distribuidas en cuatro ejes: Maneras de pensar, maneras de trabajar, herramientas para trabajar y maneras de vivir en el mundo.

En la ilustración siguiente se presentan las habilidades asociadas a cada uno de los ejes:

Ilustración 6. Red Semántica. Habilidades para el Siglo XXI



Fuente: Elaboración propia con base de datos de MINEDUC (2019).

Estas habilidades han sido actualizadas en el año 2019, cuando se publican las nuevas bases curriculares, en donde transitan de forma transversal en el currículum. Considerando que ello ocurre en el plan diferenciado, en la asignatura de Matemática, en la cual aparecen los nuevos electivos, siendo uno de ellos, muy conectado con el desarrollo de estas habilidades, cuál sería la asignatura de “Pensamiento Computacional y Programación”.

En este punto se hace necesario manifestar que a pesar de que en los documentos revisados en la página oficial del currículum nacional no aparece definido el concepto de PC, si se dan a conocer habilidades dentro del programa de la asignatura electiva que estarían asociadas a este concepto, tales como, “descomponer fenómenos o situaciones y abstraer – que permiten reducir la complejidad – y el concepto de algoritmo, que describe el proceso necesario para resolver un problema” (MINEDUC, 2019, p.32).

Por otro lado, el programa de estudio de la asignatura de “Pensamiento Computacional y Programación” explicita que esta asignatura es:

Un paso (adicional a otros que se han dado en nuestro país) en la dirección señalada, por la vía de introducir nociones básicas del pensamiento computacional, que permitirán a los estudiantes comprender cómo crear programas que realizan cálculos y procedimientos de la matemática, resolver problemas cotidianos, desarrollar aplicaciones móviles de manera creativa y responsable, y tener una primera aproximación a la inteligencia artificial (MINEDUC, 2019, p. 35).

Como es posible observar claramente, los lineamientos de la asignatura abordan el PC como un todo, basado en habilidades y actitudes. Al estar inmerso en asignaturas de matemáticas y que aparecen por primera vez en estas bases curriculares, lo que se desprende de la cita anterior, es que la creación de aplicaciones móviles, los acercamientos a la inteligencia artificial y la creación de programas para realizar procedimientos matemáticos recaerán en los profesores de matemáticas del mañana. En este contexto, estas nuevas asignaturas a todas luces son un beneficio para los estudiantes, pero cabe señalar que los profesores

vuelven a enfrentarse al dilema de estar preparados para enfrentarse a los cambios que decantan de esta asignatura nueva. Para ver en mayor profundidad lo que el MINEDUC desea focalizar y desarrollar con esta asignatura se revisarán los Objetivos de Aprendizaje (OA) referidos a los ámbitos de conocimiento y comprensión, que se presentan a continuación:

Tabla 4.1. OA del Pensamiento Computacional

<p><b>OA 1</b> Aplicar conceptos de Ciencias de la Computación -abstracción, organización lógica de datos, análisis de soluciones alternativas y generalización- al crear el código de una solución computacional.</p>	<p><b>OA 4</b> Crear aplicaciones y realizar análisis mediante procesadores simbólicos, de geometría dinámica y de análisis estadístico.</p>
<p><b>OA 2</b> Representar diferentes tipos de datos en una variedad de formas que incluya textos, sonidos, imágenes y números.</p>	<p><b>OA 5</b> Desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles y para dispositivos provistos de sensores y mecanismos de control.</p>
<p><b>OA 3</b> Desarrollar y programar algoritmos para ejecutar procedimientos matemáticos, realizar cálculos y obtener términos definidos por una regla o patrón.</p>	<p><b>OA 6</b> Utilizar la tecnología digital y la información personal y privada que esta contiene, de una forma creativa, respetuosa y responsable.</p>

Fuente: Elaboración propia en base al programa de estudio de “Pensamiento Computacional y Programación” del MINEDUC (2019).

Al observar los objetivos de aprendizaje y las habilidades asociadas, se puede desprender de ellos que las asignaturas estarán basadas en las estrategias de

resolución de problemas que se relacionan fuertemente con una solución o manipulación de dicho problema mediante un programa computacional o algún dispositivo tecnológico, como una aplicación móvil para un celular.

Entonces, es de real importancia poner atención a cómo se relacionan, en la visión del MINEDUC, estos OA con las actividades propuestas en el programa de estudio de la asignatura de “Pensamiento Computacional y Programación”.

Afortunadamente para nuestro análisis, el documento entregado por el Ministerio goza de los propósitos de cada unidad (cuatro unidades), a partir del OA relacionado a ella.

Para la Unidad 1, que está asociada al OA 1, se tiene una de las actividades propuestas y en donde el propósito formativo de ella es que:

Se espera que el estudiante explore –sin usar el computador– conceptos básicos vinculados con pensamiento computacional y programación. En la primera parte, se enfrenta a un problema difícil de resolver, en particular por las condiciones entregadas; sin embargo, al usar la descomposición, la abstracción y el descubrir patrones, pueden encontrar la solución. Se pretende que persevere en buscar soluciones, que generalice el problema y que comprenda el concepto de algoritmo, como una secuencia ordenada de pasos para resolver un problema (MINEDUC, 2019, p. 46).

Según lo descrito, queda de manifiesto que en esta primera unidad la fuerza de la actividad está puesta sobre cómo el PC nos asiste en la resolución de un problema, y que posteriormente, con la ayuda de la programación pueda ser replicado y generalizado. En esta actividad se desarrolla de forma evidente (es

más, decreta en la descripción anterior la habilidad), la abstracción, el pensamiento algorítmico, la descomposición y la generalización.

La Unidad 2, sigue la misma línea de desarrollo de habilidades mencionadas anteriormente. Está ligada a los OA 2 y OA 3. En una de las actividades propuestas en esta unidad, se observa que:

Se espera que los estudiantes comprendan la importancia de identificar los datos requeridos a fin de resolver un problema para poder automatizar un procedimiento o modelo; deben ser perseverantes y proactivos. Se pretende que después analicen cómo representar estos datos –ya sea como textos, números, imágenes u otros tipos aptos para un lenguaje computacional– de modo que se los pueda entender e interpretar para resolver el problema en cuestión. Y que finalmente comprueben que la solución propuesta satisface los requerimientos del problema, validándola mediante casos representativos (MINEDUC, 2019, p. 78).

Aquí también se puede observar que el programa de la asignatura busca desarrollar la automatización, la depuración y la generalización, habilidades muy arraigadas en el PC.

Es imperativo indicar, que ya no parece necesario seguir dando mayores ejemplos de actividades del programa en esta sección, ya que, se ve, sin lugar a duda el enfoque práctico del MINEDUC para introducir el PC a los estudiantes de tercero y cuarto medio. La línea de acción sería en este caso, redoblar esfuerzos en qué los docentes de matemáticas no sólo estén preparados en la praxis del PC, sino que conozcan toda la evidencia teórica que avala estos conceptos y habilidades que se proponen para así entrar a cómo poder introducir prácticas educativas en el aula, en el contexto del Pensamiento Computacional y así dar

respuesta a los requerimientos del MINEDUC para concretar el Plan diferenciado HC propuesto.

#### **4.1.2. Integración del Pensamiento Computacional en la formación de profesores de matemáticas.**

Observado desde otra perspectiva, el constructo del PC debería introducirse además en la formación de futuros profesores. En este seminario se ha mencionado varias veces esta arista, contextualizado bajo el parámetro de la escasa o definitivamente nula existencia del PC dentro de la formación inicial docente, pues mientras se incluye al Pensamiento Computacional dentro del currículum escolar, hay un trabajo limitado en focalizarse en futuros profesores (Li, 2020).



Respondiendo a esta creciente necesidad para la carrera de Pedagogía en Matemáticas de la Universidad de Concepción, e inmerso dentro del marco de la autoevaluación de la malla curricular de la carrera (Dirección de Desarrollo Estratégico UdeC, 2020), se hace insoslayable la necesidad de integrar al PC en dicha malla curricular. Algunos autores, tales como, Goode et al. (2014), indican que, “el pensamiento computacional no debería estar limitada dentro de una asignatura de un currículum”, y Valverde et al. (2015) lo complementan con que, “esta fragmentación del conocimiento es contradictoria con la actual concepción del aprendizaje y con los requisitos del mundo laboral y el desenvolvimiento ciudadano en sociedades complejas e hiperconectadas”. En el contexto de estas

apreciaciones parecería más pertinente reformular completamente la línea de las asignaturas tecnológicas, pero se debe contrastar con el planteamiento de la moderación, relativo a la idea que en primer lugar sería más efectivo poder implementar una asignatura interdisciplinar sobre el PC dentro de la malla curricular para luego investigar más profusamente como esto podría impactar en la formación de profesores de matemáticas dentro de la Universidad.

#### **4.1.3. Influencia del Pensamiento Computacional en la enseñanza de las matemáticas.**

Los procesos mentales que el PC desarrolla ya han sido destacados en este escrito a partir de habilidades, pero en este apartado se relacionará con las habilidades que la matemática desarrolla en estudiantes de educación superior. Estrada (1999), define habilidades asociadas a siete áreas, tales como, Comunicación de ideas matemáticas, Razonamiento matemático, Aplicación de la matemática a la vida cotidiana, Percepción de que la respuesta es razonable, Habilidades de cálculo, Pensamiento algebraico, Resolución de problemas.

Teniendo en cuenta estas habilidades, se tiene, en primer lugar, que la Comunicación de ideas de matemáticas se refiere justamente a lo que el currículum nacional define como argumentar y comunicar, una de las habilidades eje. Además, Estrada (1999) se refiere a que el estudiante debe “debatir” y “argumentar”, que tiene firme relación con la actitud de reflexionar del

pensamiento computacional, actitud que nos invita a realizar juicios justos sobre la información que se tiene.

Junto a ello, el área del Razonamiento matemático se basa mayormente en la fundamentación, en donde los estudiantes son capaces de justificar su pensamiento matemáticamente usando modelos, patrones, propiedades, generalizando. Esta última área está relacionada con la habilidad de generalización y la actitud de aplicación que el PC nos presenta.

La habilidad de Aplicación de la matemática a la vida cotidiana es básicamente contextualizar el saber matemático. Es que estudiantes sean capaz de representar situaciones de la vida real con la ayuda de conocimientos aritméticos, gráficos, estadísticos, algebraicos, etc. Esta habilidad está directamente asociada con el rol del educador, tal como lo dice Chevallard (1985) en donde menciona que debe generar una situación didáctica acorde al saber que desee enseñar: “Un contenido del saber sabio que haya sido designado como saber a enseñar sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para tomar lugar entre los objetos de enseñanza. El ‘trabajo’ que un objeto de saber a enseñar hace para transformarlo en un objeto de enseñanza se llama transposición didáctica” (p. 39).

La Percepción de que la respuesta es razonable se refiere a la verificación de la solución que hemos obtenido de un problema, de un ejercicio y de un proceso

matemático que hayamos realizado. Se asemeja a la habilidad de depuración del PC.

Las Habilidades de cálculo y la de Pensamiento algebraico sencillamente tributan a las demás habilidades que hemos repasado y la habilidad siguiente es una de las más transcendentales.

Centrándonos en la última área de Resolución de problemas, esta sería la más completa para desarrollar el Pensamiento Computacional. Sin entrar en la distinción de problemas rutinarios y no rutinarios, repasemos la habilidad de abstracción que el PC nos define y podemos asociar dicha habilidad directamente con lo que nos propone Polya (1965), que nos dice que debemos preguntarnos cuáles son los datos de un problema a resolver, en este caso, el artefacto sería concebido como el problema. Nos referimos a la sección en donde debemos “comprender el problema”. Al seleccionar los elementos más importantes estamos simplemente identificando los datos no necesarios y los datos fundamentales para poder enfrentarnos a una situación que consideremos compleja (aplicado a la praxis de la enseñanza de la matemática). Posteriormente las habilidades de pensamiento algorítmico, automatización y descomposición pueden resumir lo que Polya nos dice sobre “concebir el plan” para resolver un problema. En este caso, la automatización juega un rol fundamental, porque fusiona los elementos de la resolución de problemas, con la serie de instrucciones

que debemos darle a una máquina; en este caso, una Tablet, un ordenador, un teléfono móvil u otro dispositivo tecnológico.

Finalmente, la depuración y generalización nos llevan a los dos últimos pasos del cómo se resuelven problemas, que son, “la ejecución y examinación del plan para resolver un problema”. Polya incluye preguntas en su libro en donde nos obliga a cuestionar nuestros pasos y observar que sean los correctos, o los más “adecuados”.



## **4.2. Diseño de la propuesta**

El aporte de esta propuesta al proceso de actualización curricular, cómo se ha mencionado en la introducción de este seminario se compone de la presentación de una asignatura obligatoria y dos electivas. En este capítulo revisaremos el proceso por el cual se han construido los programas de dichas asignaturas. Para revisar los tres programas de asignaturas, junto a sus respectivos syllabus ya completados según las directrices de la Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción, ver Anexos I, II y III.



#### 4.2.1. Asignatura Obligatoria: Pensamiento Computacional en Educación Matemática

Para comenzar, se tomarán en consideración las competencias que el perfil de egreso de la carrera expone. La tabla siguiente, muestra las competencias de dicho perfil, que fueron numeradas para su identificación:

Tabla 4.2. Competencias del perfil de egreso de PEM

ÁMBITO DE DESEMPEÑO	COMPETENCIAS
Docencia en el sistema educativo	(1) Planificar, ejecutar y evaluar procesos de enseñanza- aprendizaje en su área profesional, integrando con una postura innovadora y creativa, estrategias y recursos tecnológicos multimodales, según las necesidades de variados contextos educativos.
	(2) Reflexionar de forma continua sobre su práctica en el sistema educativo respetando la multiculturalidad de los contextos y las diferencias individuales de sus alumnos, replanteando progresivamente su desempeño profesional.
	(3) Asumir integralmente su rol docente, afianzado en una dimensión ética de inclusión, respeto, tolerancia y proyección de los valores humanos universales, para atender con responsabilidad social las demandas regionales y nacionales del sistema educativo.
	(4) Demostrar dominio de la Matemática a nivel intermedio lo cual se expresa en el dominio del lenguaje y el uso del razonamiento matemático que le permita explicar la demostración de resultados fundamentales, en la resolución de problemas y en el modelamiento de situaciones en diferentes contextos.
	(5) Demostrar dominio de la Matemática propia del sistema educativo escolar nacional y las relaciones que estos conocimientos matemáticos tienen entre sí y cómo éstos evolucionan en otros que serán abordados en diferentes niveles de su formación matemática.
	(6) Diseñar situaciones y estrategias didácticas coherentes con el Currículum escolar para que los estudiantes de distintos contextos educativos: comprendan la matemática, valoren su aporte a la sociedad del conocimiento, construyan conocimiento matemático y desarrollen habilidades cognitivas superiores.
	(7) Diseñar situaciones didácticas que incorporen herramientas actualizadas de la informática para que los estudiantes visualicen, construyan y validen el conocimiento matemático.
	(8) Reflexionar y argumentar críticamente sobre bases teórico/prácticas respecto de la profesión docente, el quehacer educacional y el funcionamiento del sistema educativo.

Planificación y desarrollo de proyectos de investigación.	(9) Diseñar, ejecutar y comunicar con rigor científico investigaciones educativas de proyecciones pedagógicas, producto de trabajos en equipos inter y transdisciplinarios.
	(10) Demostrar la habilidad de formulación de preguntas, observación, descripción y registro de datos, hasta el diseño de protocolos de investigación y propuesta de soluciones a problemáticas propias del mundo natural.

Fuente: Elaboración propia en base al Plan de Estudios de la carrera de PEM de la Universidad de Concepción (2016).

De la tabla 4.2. se procede a seleccionar las competencias (1), (6), (7) y (9) que servirán para construir el programa de la asignatura.

Cómo dichas competencias están planteadas como objetivos a alcanzar, con verbos en infinitivo, las dejaremos como objetivos generales que deben ser adaptados a los conocimientos relativos al PC. Para esto, se propone el siguiente objetivo general, siguiendo el modelo de Bernal (2006) sobre la construcción del programa de una asignatura y que trabaja con las competencias de un plan de estudios de una carrera universitaria y muestra como debiese diseñarse el paso al objetivo general para luego determinar objetivos por bloque y los contenidos.

Para la asignatura obligatoria denominada “Pensamiento Computacional en Educación Matemática” se considera lo siguiente:

Ilustración 7. De competencias a resultados de aprendizajes esperados.  
Asignatura Obligatoria



Fuente: Elaboración propia en base al Plan de Estudios de la carrera de PEM de la Universidad de Concepción (2016).

Así también, se presentan en la Ilustración 7, los resultados de aprendizajes esperados, que se incorporarán en nuestro programa de asignatura. Estos resultados de aprendizaje esperados se construyeron bajo la guía del objetivo general, que, a la vez, se redactó tomando en cuenta la contextualización que debe realizarse de la competencia en virtud del concepto de PC.

Tabla 4.3. Componentes programa de asignatura obligatoria

Resultados de aprendizaje esperados	Contenidos	Metodología	Evaluación
Identificar y caracterizar los elementos teóricos que componen el Pensamiento Computacional.	<p><b>Teoría del Pensamiento Computacional.</b></p> <p>Origen, definición, características y elementos asociados al Pensamiento Computacional.</p> <p>Taxonomía del Pensamiento Computacional.</p> <p>Pensamiento Computacional y su contribución a la apropiación de las Tecnologías de la Información y Comunicación.</p>	<p>Clases Expositivas.</p> <p>Aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas.</p>	<p>Trabajos prácticos.</p> <p>e-Portafolio.</p> <p>Evaluaciones formativas.</p>
Contextualizar el Pensamiento Computacional dentro y fuera del currículum de matemáticas de tercero y cuarto medio.	<p><b>El Pensamiento Computacional en la propuesta Ministerial.</b></p> <p>Bases curriculares y enfoque educativo.</p>		
Utilizar técnicas de resolución de problemas aplicados a problemas que requieran la asistencia de un elemento tecnológico avanzado.	<p>El Pensamiento Computacional fuera de la asignatura de Matemáticas.</p> <p><b>Praxis del Pensamiento Computacional en el sistema escolar.</b></p>		
Diferenciar entre actividades enchufadas y desenchufadas.	<p>El Pensamiento Computacional y la resolución de problemas.</p>		
Diseñar actividades didácticas que fomenten las habilidades y actitudes del Pensamiento Computacional.	<p>Orientaciones pedagógicas, didácticas y metodológicas.</p> <p>Actividades desenchufadas y enchufadas.</p>		

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se realizará una descripción detallada de los elementos presentados en la tabla 4.3.

## **Contenidos**

### **Teoría del Pensamiento Computacional**

Uno de los primeros elementos para lograr una comprensión y utilización efectiva de algún concepto es conocer la teoría que lo sustenta. De hecho, para Wittmann (1995), la construcción del conocimiento mediante la teoría no se puede separar de la praxis y es un componente esencial de esta. Por tanto, una de las primeras aristas de esta asignatura es que los estudiantes logren conocer los componentes básicos del PC. En este apartado, el docente debe exponer a sus estudiantes a las distintas definiciones dadas desde la primera interpretación de la Dra. Jeannette Wing en 2006, para dotarlos de amplitud de miradas respecto a esta temática para luego llegar a una definición colectiva y completa. Se sugiere tomar especial atención en lo que provee el capítulo 3 de este seminario en lo que se refiere a la definición del Pensamiento Computacional. Estas definiciones deben estar acompañadas de sus correspondientes y habilidades y actitudes asociadas, según cada autor y según corresponda. En la asignatura obligatoria propuesta, tal como en este seminario, se recomienda también dar a conocer los distintos elementos que Zapata-Ros (2020) asocia al PC, como una aproximación por acumulación de habilidades para llegar a la final definición de Pensamiento Computacional.

Por otro lado, tener una taxonomía exclusiva a disposición para la comprensión del desarrollo de las habilidades del PC y diseño de actividades que fomenten estas habilidades parece ser una herramienta poderosa. Efectivamente hay una propuesta de un grupo de académicos, que indica lo siguiente:

*For teachers, our taxonomy is meant to provide a concrete, clearly delineated set of practices to guide classroom implementation and curriculum development. We hope to help teachers understand how they are already using computational thinking practices in their classes and to support them in more fully developing those aspects of their lessons. Our goal is not to radically change the existing practices of experienced teachers; instead, we want this taxonomy to serve as a resource for augmenting existing pedagogy and curriculum with more sophisticated computational thinking practices (Weintrop, et. al., 2015, p. 3).*

Esta taxonomía, aplicada a las aulas de secundaria de matemáticas y ciencias, se podría considerar incluso para planificar las clases de las asignaturas que se proponen en este seminario. Es por esto, que se considera como un contenido fundamental a entregar a nuestros estudiantes de pedagogía, y no permanecer con las taxonomías más conocidas, entre ellas la Taxonomía de Bloom y su adaptación para la Era Digital.

En esa misma línea de la “era digital”, conectamos con la ayuda que provee el Pensamiento Computacional en apropiarse de las TIC. Dicho argumento fue expuesto en el capítulo 2 de este seminario y presupone que mientras la asignatura sea impartida, se abrirá espacio a discusión sobre lo aprendido en la teoría básica del PC y posteriormente contrastar con las distintas tecnologías actuales para comprender en primer lugar la influencia que pudieran llegar a tener,

para posteriormente en el curso ir trabajando con ellas al enfrentarse a la resolución de problemas, y así pulir sus habilidades y actitudes asociadas al PC.

### **El Pensamiento Computacional en la propuesta ministerial.**

La necesidad de dar respuesta a los requerimientos del MINEDUC es otro de los aspectos fundamentales de esta asignatura obligatoria. Asumiendo que los estudiantes de la carrera de PEM tendrán conocimiento de la existencia de las bases curriculares actuales en la educación escolar, uno de los documentos fundamentales a analizar será el programa de la asignatura electiva “Pensamiento Computacional y Programación”, desde cómo se plantean los objetivos de aprendizaje, los contenidos inmersos en ellos, la metodología para el aprendizaje y hasta los enfoques evaluativos, serán el foco de este apartado en la nueva asignatura que se ha propuesto.

Por otro lado, será de vital importancia mostrar también como estaría presente el PC fuera del programa anteriormente mencionado, es decir, en otros niveles de la educación básica y secundaria, incluyendo otras asignaturas, como Lengua y Literatura, Historia, Ciencias, Artes, etc.

### **Praxis del Pensamiento Computacional en el sistema escolar.**

En este paso, la intención es que el docente que imparta esta asignatura sea capaz de que sus estudiantes, además de ser expuestos al material, puedan modificar, evaluar y crear actividades didácticas similares a las descritas en el programa de estudio mencionado con anterioridad. La idea es finalizar esta

asignatura resolviendo problemas que fomenten las habilidades y actitudes del PC y puedan ser orientadas a la implementación en las futuras aulas de clases de los estudiantes de la carrera de PEM. Con la ayuda de los conocimientos adquiridos durante su estancia en la universidad, específicamente lo relativo a las técnicas de resolución de problemas, esta sección del curso debería ser más fluida.

Hay que destacar que, entre las actividades, se encontrarán algunas similares a las presentes en las bases curriculares, pero también, algunas que no. Entre ellas, estarían exteriorizadas ciertas de tipo desenchufada y otras de tipo enchufada, las cuáles deben ser claramente identificables para los alumnos/as. Dentro de las actividades enchufadas los estudiantes de este curso estarán enfrentados a tecnologías, que conozcan o no, tendrán impacto en las actividades a desarrollar y analizar. Se encontrarán con: Scratch, App Inventor, Microsoft Office, GeoGebra, entre otras. También será útil dar a conocer otras herramientas de realidad aumentada, robótica y otros lenguajes de programación existentes, todos los cuales hacen sinergia con el Pensamiento Computacional.

### **Metodologías y Evaluación**

En relación con la aparición de clases expositivas dentro de esta asignatura universitaria teórico-práctica, el objetivo es que sólo se utilice en la primera parte del curso, es decir, en la sección de teoría del PC y cuando quedan de manifiesto las bases curriculares del Plan Diferenciado HC de tercero y cuarto medio. La

clase expositiva es muy eficaz para transmitir información y su eficiencia depende de la forma en qué se concatene con la práctica, teniendo en cuenta que el abuso de cualquier metodología es perjudicial para el aprendizaje (Ferrón, 2019).

Se combinará el trabajo de la clase expositiva con el Aprendizaje basado en proyectos (ABP) y resolución de problemas. Dentro de las orientaciones que se presentarán en el capítulo 5, se muestra una directriz de cómo implementar el ABP con el espíritu que pretende esta asignatura, y que contribuye a la construcción de aprendizajes significativos, junto al desarrollo de procesos mentales superiores en los estudiantes.

La Unidad de Currículum y Evaluación (2019) del Ministerio de Chile sugiere la rúbrica como una evaluación formativa adecuada para evaluar aprendizaje basado en proyectos. Es por esto, que en este curso es una obligación contar con rúbricas evaluativas formativas y ante la multiplicidad de proyectos que podrían darse, ya sea, semanales, mensuales, un portafolio electrónico en alguna plataforma virtual (Google Drive, por ejemplo) responde a los requerimientos mínimos evaluativos de los tiempos actuales. En cuanto a este punto, se debe señalar la importancia de los contextos virtuales, que vienen a apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje en situaciones donde no sea posible asistir a clases presenciales, teniendo como ejemplo reciente la pandemia del COVID-19.

#### 4.2.2. Asignatura Electiva nº1: Pensar, Programar y Crear para el siglo XXI

Se inicia el proceso con la selección de las competencias que servirán para construir el programa de la asignatura electiva denominada “Pensar, Programar y Crear para el siglo XXI” a partir de la tabla 4.2. optando por las competencias (7) y (9), generándose la siguiente ilustración, siguiendo el modelo de Bernal (2006) expuesto con anterioridad:

Ilustración 8. De competencias a resultados de aprendizajes esperados.  
Asignatura Electiva nº1



Fuente: Elaboración propia en base al Plan de Estudios de la carrera de PEM de la Universidad de Concepción (2016).

Posteriormente, se incluirán en nuestro programa de asignatura los resultados de aprendizajes esperados resultantes de este electivo. Los elementos presentes en dicho programa se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4.4. Componentes programa de asignatura electiva n°1

Resultados de aprendizaje esperados	Contenidos		Metodología	Evaluación
Comprender y usar elementos de la programación y el pensamiento computacional para generar pensamiento algorítmico y abstracción.	Scratch Básico y Avanzado	Variables Operadores y expresiones Condicionales Iteraciones Aplicaciones	Aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas.	Trabajos prácticos. e-Portafolio. Evaluaciones formativas.
Aplicar conceptos básicos de los lenguajes de programación para diseñar actividades que desarrollen habilidades asociadas al Pensamiento Computacional.	JavaScript			

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la tabla 4.4. se realizará una descripción pormenorizada de los elementos enunciados.

### **Contenidos**

Este electivo, en su esencia, pretende ser completamente práctico. En él se deben trabajar herramientas actualizadas de la informática, y puesto que en el curso obligatoria se conocieron las plataformas de Scratch y App Inventor en la sección de praxis del PC, los estudiantes que opten por este electivo tendrán la posibilidad de profundizar en ambas plataformas que son desarrolladas por el Instituto Tecnológico de Massachusetts o MIT conjuntamente. Además, en el curso se instará a conocer algún lenguaje de programación, siendo JavaScript el elegido. Este lenguaje de programación, como indica Cenacchi (2016), fue uno de los utilizados para el diseño de la plataforma Scratch y además es uno de los más conocidos y utilizados en el mundo. Siguiendo los lineamientos de Joyanes (2008) y Matthew & Stones (2008) que delimitan el cómo introducir la programación, se definió en el programa de asignatura, en los contenidos el orden desde Variables, Operadores y expresiones, Condicionales, Iteraciones hasta Aplicaciones.

La intención del curso, es que a medida que los estudiantes van siendo introducidos a los contenidos de los lenguajes de programación, por bloques o no, estén en constante desarrollo de actividades que estén asociadas con los conceptos que van manejando paulatinamente, cómo por ejemplo, al comprender

los distintos tipos de bloques de Scratch básico, presentar al alumnado preguntas sobre si el orden de los bloques afecta el producto, si pudieran crear algún tipo de bloque nuevo, las limitantes que dicho sistema provee, etc. fomentando el pensamiento crítico y construyendo ideas para el diseño de futuras actividades a aplicar con los estudiantes en el sistema escolar.

### **Metodología y Evaluación**

El enfoque que la asignatura pretende es trabajar en base a proyectos y a trabajos prácticos. Al igual que la asignatura obligatoria que deberán cursar para tomar este electivo, el constante aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas proveerá a los estudiantes de herramientas del PC y además tomar en consideración lo aprendido para su futuro laboral, en donde, deberán innovar y crear actividades de similares características a las vistas en este electivo.

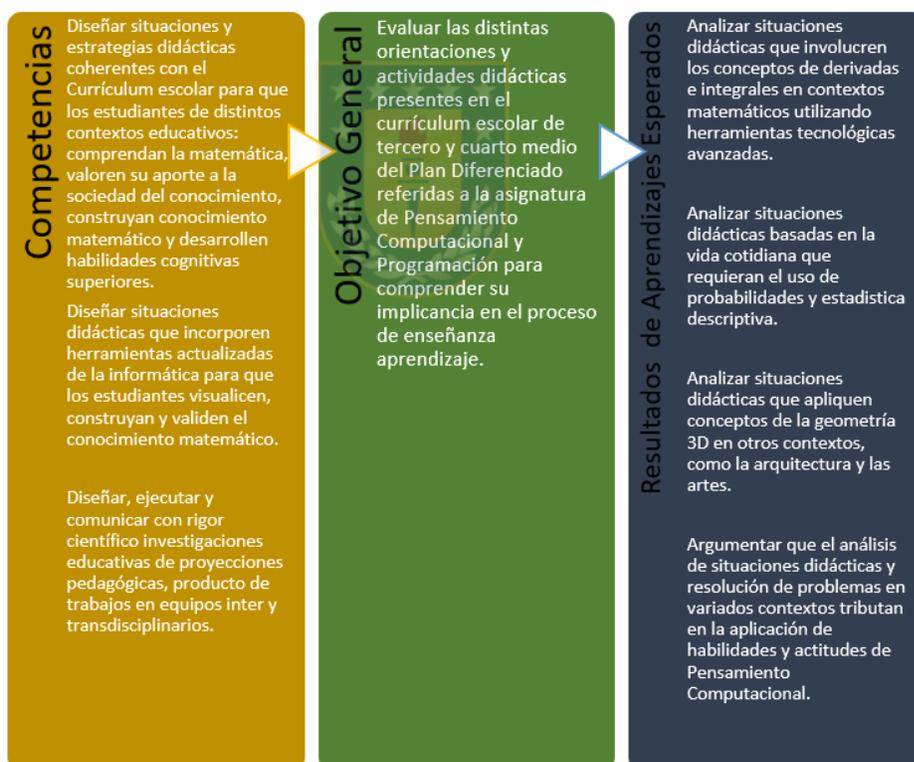
Se recomienda enérgicamente no utilizar clases expositivas como metodología principal en este electivo, puesto que, la idea no es transmitir el conocimiento de forma pasiva, en donde el estudiante sigue exactamente lo que hace el docente, sino que se busca que el estudiante, con conjunto a sus compañeros/as y el docente construyan el conocimiento, construyan su trabajo en los tres ámbitos de contenidos, Scratch, App Inventor y JavaScript.

La evaluación del portafolio final debe ser en base a una rúbrica clara que considere aspectos técnicos y actitudinales. Se sugiere que las evaluaciones formativas sean constantes y así impacten en la evaluación final del curso.

### 4.2.3. Asignatura Electiva n°2: La Praxis matemática en el mundo digital

En base a la tabla 4.2. se procede a seleccionar las competencias que nos ayudarán a construir el programa de la asignatura electiva denominada “La Praxis matemática en el mundo digital” tomando en consideración las competencias (6), (7) y (9), generándose la siguiente ilustración, mediante el método de Bernal (2006) que ya se conoce con anterioridad:

Ilustración 9. De competencias a resultados de aprendizajes esperados.  
Asignatura Electiva n°2



Fuente: Elaboración propia en base al Plan de Estudios de la carrera de PEM de la Universidad de Concepción (2016).

Compondrán el programa de la asignatura los resultados de aprendizaje esperados resultantes, a partir de ellos, surge la siguiente tabla:

Tabla 4.5. Componentes programa de asignatura electiva nº2

Resultados de aprendizaje esperados	Contenidos	Metodología	Evaluación
Analizar situaciones didácticas que involucren los conceptos de derivadas e integrales en contextos matemáticos utilizando herramientas tecnológicas avanzadas.	Asignaturas que conforman los electivos de matemáticas en el Plan Diferenciado Humanista-científico. "Límites, Derivadas e Integrales" y sus implicancias.	Aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas. Discusión analítica.	Trabajos prácticos. e-Portafolio.
Analizar situaciones didácticas basadas en la vida cotidiana que requieran el uso de probabilidades y estadística descriptiva.	Asignaturas que conforman los electivos de matemáticas en el Plan Diferenciado Humanista-científico. "Probabilidades y Estadística Descriptiva e Inferencial" y sus conclusiones.		
Analizar situaciones didácticas que apliquen conceptos de la geometría 3D en otros contextos, como la arquitectura y las artes.	Asignaturas que conforman los electivos de matemáticas en el Plan Diferenciado Humanista-científico. "Geometría 3D" y su aplicabilidad.		
Argumentar que el análisis de situaciones didácticas y resolución de problemas en variados contextos tributan en la aplicación de habilidades y actitudes de Pensamiento Computacional.	Asignaturas que conforman los electivos de matemáticas en el Plan Diferenciado Humanista-científico. "Pensamiento Computacional y Programación" y su aporte a la matemática.		

Fuente: Elaboración propia.

Ahora se procede a describir de forma minuciosa los elementos presentados en la tabla 4.5. que componen el programa de “La Praxis matemática en el mundo digital”.

### **Contenidos**

Los contenidos del electivo presentado para la carrera se basan en los programas de asignaturas electivas del Plan Diferenciado HC en el área de matemáticas. Fundamentalmente, el docente encargado de esta asignatura debe tener en consideración el análisis de situaciones y actividades que impliquen conocimientos de las cuatro asignaturas, pero que tributen en la misma línea de desarrollo de habilidades del PC. Básicamente, la intención es replicar lo pretendido en la asignatura de “Pensamiento Computacional en Educación Matemática”, pero ampliando la base de contenidos y contextualizar dichos contenidos a las situaciones a analizar.

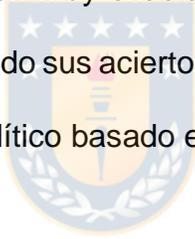
Analizar un problema de derivadas para una situación de la vida cotidiana; un conjunto de datos, según la varianza y medidas de tendencias central; o una problemática donde se vea involucrada la rotación de figuras 2D para formar figuras 3D; son ejemplos de situaciones que podrían trabajarse, resolverse y generalizarse dentro de los estándares que aporta el PC.

### **Metodología y Evaluación**

La asignatura tiene como base el aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas igual que la asignatura obligatoria que la precede. Además,

considera el ámbito de la discusión analítica como forma de participación de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento. Estos métodos participativos promueven la capacidad reflexiva de los estudiantes, ya que se hace un mayor análisis de los problemas y se utiliza la verbalización (Casal & Granda, 2003).

El portafolio debe ser evaluado en base a una rúbrica y contar con todos los trabajos en los cuales el estudiante ha estado involucrado, ya sea en su análisis como en su concepción. El proceso de retroalimentación debe ser constante y se sugiere tener una planificación muy exacta para la atención de los estudiantes, para que puedan ir identificando sus aciertos y aspectos a mejorar en sus trabajos prácticos y en su trabajo analítico basado en situaciones didácticas ajenas.



## 5. ACTIVIDADES Y ORIENTACIONES PARA LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA

En este capítulo, se tiene una serie de 11 actividades y orientaciones didácticas que encaminan el cómo el docente encargado para las asignaturas obligatoria y electivas debiera proceder en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Antes de comenzar a detallar cada una de las actividades, es de suma importancia dar cuenta de las siguientes orientaciones generales aplicables al conjunto de todas las actividades propuestas en las secciones 5.1, 5.2. y 5.3.

### Orientaciones Generales para el docente:

- Se sugiere que, en una situación de virtualidad, se deberían establecer salas independientes en la plataforma TEAMS (Uso oficial) para cada uno de los grupos cuando hay actividades en equipo y que el docente pueda estar atento a las consultas y las conversaciones de los grupos.
- Se sugiere, además, guiar a los estudiantes a medida que surjan dudas o el docente denote un estancamiento en el debate. Siempre en base a preguntas, fomentando el pensamiento crítico. Se espera que el docente encargado sea metódico en la distribución de los tiempos, considerando que, en clases virtuales, se tendría que determinar una cantidad de tiempo determinada para cada uno de los estudiantes, con horarios fijados con anterioridad.

## **5.1. Actividades para la asignatura obligatoria “Pensamiento Computacional en Educación Matemática”**

### **Actividad 1: Reconstruyendo los elementos del Pensamiento Computacional**

Se pretende con esta actividad que los estudiantes logren incorporar teóricamente el listado de elementos que componen el PC, cómo lo menciona Zapata-Ros (2018): Análisis ascendente, análisis descendente, heurística, pensamiento divergente, creatividad, resolución de problemas, pensamiento abstracto, recursividad, iteración, métodos por aproximaciones sucesivas (Ensayo – error), métodos colaborativos, patrones, sinéctica, metacognición y cinestesia.

Se busca, que ya identificados cada uno de los elementos, puedan reconocer su implicancia en el desarrollo activo del Pensamiento Computacional, junto con sus limitaciones y divergencias a otras temáticas. La idea de esta actividad es que los estudiantes desarrollen el trabajo en equipo y utilicen sus conocimientos de la asignatura de alfabetización académica que han cursado ya en la carrera para desarrollar trabajos escritos que aporten a la discusión.

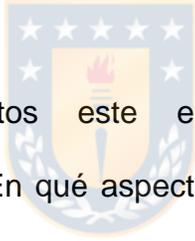
#### Resultado de aprendizaje esperado:

R1. Identificar y caracterizar los elementos teóricos que componen el Pensamiento Computacional.

Duración: 2 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: Los estudiantes forman grupos de 2 a 3 integrantes. Dependiendo de la cantidad de alumnas/os esto puede variar. También puede variar según la cantidad de elementos del PC a analizar, teniendo en cuenta que son 15.

Cada grupo tendrá a su disposición uno de los elementos y tendrá que proponer una discusión conjunta, en donde sus integrantes deberán debatir en torno a una serie de interrogantes planteadas por el docente. Se sugieren las siguientes interrogantes:

- 
1. ¿En qué aspectos este elemento tributa al Pensamiento Computacional? ¿En qué aspectos se diferencia o diverge de lo que conocemos como Pensamiento Computacional?
  2. ¿Hasta qué punto este elemento se relaciona con otros planteados por Zapata-Ros? ¿Es justificada su incorporación en la lista?
  3. ¿Cómo las matemáticas influyen en la incorporación de este elemento en sus futuros estudiantes del sistema escolar?
  4. Según lo que desarrolla este elemento, ¿Podría reformularse respecto a algún concepto ya conocido? ¿Podría combinarse con algún otro de la lista?
  5. ¿En qué tipo de actividades podría plantearse el desarrollo de este elemento en el aula escolar? Sugiera en base a sus conocimientos.

Los estudiantes deberán realizar una conclusión de las ideas fuerza de su discusión en torno a estas interrogantes dentro del aula de clases. Además de la discusión de las ideas, se espera que los estudiantes sean capaces de tomar nota, tratando de responder a las interrogantes planteadas.

Posteriormente, las y los alumnos deberán formular un ensayo con una introducción, un cuerpo del escrito y conclusiones en base a la discusión generada por el grupo y las preguntas planteadas por el profesor(a). Este ensayo deberá ser entregado para una clase o semana posterior.

Orientaciones para el docente:

- Se sugiere tener el documento del blog de Zapata-Ros (<https://red.hypotheses.org/1079>) impreso, en formato digital o adaptado a alguna presentación de Power Point u otro tipo de documento para la facilidad del manejo de la información.
- Se sugiere consultar otras referencias sobre cada uno de los elementos del Pensamiento Computacional, ya sea, como complemento en el documento entregado a las/os estudiantes, o para propia revisión de los grupos dentro de la actividad.
- Se sugiere que el ensayo tenga una rúbrica de evaluación visible para el alumnado. Por otro lado, sería importante dar un tiempo prudente, según el calendario, como mínimo un lapso de 3 días hábiles para el desarrollo de dicho ensayo para cada grupo.

## **Actividad 2: Proyecto interdisciplinar de Pensamiento Computacional**

La intención de la actividad siguiente dice relación a que los estudiantes logren desarrollar un proyecto interdisciplinario que relacione la asignatura de matemáticas con otras asignaturas del currículum escolar, cómo Biología, Historia o Educación Física, por ejemplo. El objetivo de esta actividad es que los alumnos y alumnas puedan relacionar el PC, mediante el desarrollo de cierta habilidad o actitud en las distintas áreas del conocimiento.

### Resultado de aprendizaje esperado:

R2. Contextualizar el Pensamiento Computacional dentro y fuera del currículum de matemáticas de tercero y cuarto medio.

Duración: 4 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: Los estudiantes forman grupos de 5 integrantes. Deben planificar y mostrar un proyecto interdisciplinar el cual estará orientado en relacionar la matemática con otra área del conocimiento, pero siempre teniendo en cuenta el desarrollo de alguna habilidad del PC en dicho proyecto. Los estudiantes se guiarán con una pauta (según lo estime el docente) para plantear su proyecto, la cual se adjunta en el Anexo IV, que consiste en plantear un problema central; que los alumnos y las alumnas logren determinar un propósito; habilidades o actitudes del PC relacionadas al proyecto; el desafío a resolver; los productos y recursos necesarios para su realización; las etapas previstas;

anotaciones de las reflexiones durante el proceso y entregar un cronograma tentativo.

La intención es que los estudiantes logren en una clase hacer la planificación del proyecto y para la segunda clase armar una pequeña presentación de su proyecto. Para esta última etapa, la idea es que haya un proceso de coevaluación junto a sus compañeros/as, así como también, junto al docente encargado poniendo énfasis en aspectos positivos del proyecto y otros aspectos que podrían mejorarse o no fueron considerados.

Orientaciones para el docente:

- Se sugiere proveer a los estudiantes el formato de las bases curriculares del programa de la asignatura de “Pensamiento Computacional y Programación”.
- También se debería indicar a los estudiantes que los proyectos a planificar son proyectos acotados, en donde, se deberían considerar problemáticas específicas a resolver orientados a la disciplina de la matemática y su desarrollo.
- El docente debe estar atento a los posibles inconvenientes de cada grupo, guiando en base a preguntas que logren despejar el camino para encontrar un proyecto afín al desafío a resolver.

### **Actividad 3: Resolución de un problema computacional**

Se busca que los estudiantes logren desarrollar las habilidades del PC en el proceso de resolver un problema complejo que puede necesitar la asistencia de un elemento tecnológico. En este caso, el elemento tecnológico genérico será la utilización de un ordenador, Tablet o teléfono móvil; lo ideal será realizar esta actividad en el laboratorio de Computación.

#### Resultado de aprendizaje esperado:

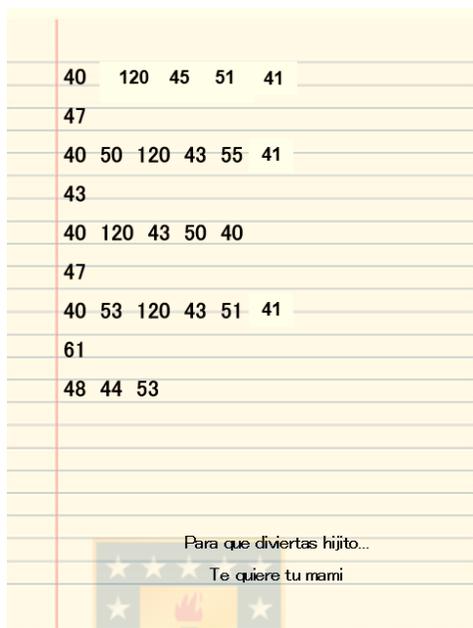
R3. Utilizar técnicas de resolución de problemas aplicados a problemas que requieran la asistencia de un elemento tecnológico avanzado.

Duración: 2 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: Los estudiantes serán introducidos al siguiente problema que deberán resolver de forma individual:

“La mamá de Jorge, junto a su hijo estaban haciendo cuarentena preventiva en una residencia sanitaria por sospecha de coronavirus. Ella, aburrida, le decide mandar algo entretenido que hacer a su hijo y le pidió a una TENS que le hiciera entrega del siguiente papel a su hijo, que vemos en la Ilustración 10.

### Ilustración 10. Mensaje de la madre de Jorge



Fuente: Elaboración propia.

Al recibir el papel, Jorge queda confundido con la cantidad de números que observa y en el orden en que su madre se los presenta.

¿Podrías ayudar a Jorge a resolver lo que su madre le ha enviado y así entretenerse de forma diferente, en vez de ver televisión?”

La intención es que los estudiantes puedan abstraerse del significado de los números como tales y llegar a deducir que el mensaje está “cifrado” o “codificado”, es decir, que los números esconden algo y significan algo más. Deberán descartar que los números formen patrones o sucesiones.

En adelante, los alumnos y las alumnas deberán utilizar todas las herramientas a disposición, para resolver el problema presentado.

Es preciso indicar que el mensaje está en código ASCII y representa una ecuación en donde está implicada la adición de dos fracciones algebraicas, es decir, hay un problema dentro del problema mayor.

Una vez descubierto el código de parte del estudiantado, probablemente será más sencilla la ecuación que se genera. A continuación, sería interesante proponer las siguientes interrogantes:

1. ¿Sabían de la existencia del código ASCII? ¿En qué otros contextos podríamos utilizar este código?
2. ¿Conocen algún otro código que podamos usar para cifrar este problema?
3. ¿La forma como se presentaron los números les dio algún indicio que estuvieran cifrados? ¿De qué otra forma podrían organizarse?
4. ¿Podrían utilizar algún programa computacional que permita leer o convertir estos mensajes codificados?

#### Orientaciones para el docente:

- Se sugiere para esta actividad que el docente provea a los estudiantes de un trabajo práctico en formato pdf con la presentación del problema.
- Una página que nos ayudaría a entender rápidamente cómo funciona el código ASCII es <https://elcodigoascii.com.ar/>, donde también nos indica cómo utilizarlo, por ejemplo, escribiéndolo con el teclado en WINDOWS.

#### **Actividad 4: Experiencia desenchufada**

La intención de la siguiente actividad es que los estudiantes valoren el tangram como herramienta para el aprendizaje del PC y sean capaces de diseñar una actividad matemática que implique el uso creativo de este elemento.

#### Resultado de aprendizaje esperado:

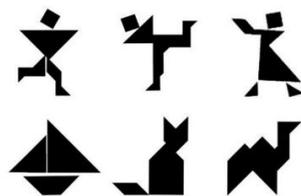
R4. Diferenciar entre actividades enchufadas y desenchufadas.

R5. Diseñar actividades didácticas que fomenten las habilidades y actitudes del Pensamiento Computacional.

Duración: 4 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: A las alumnas y los alumnos se les presentarán las siguientes siluetas (ver Ilustración 11) en una lámina de papel milimetrado. Además, se le entregará a cada uno un tangram hecho a medida, una regla y/o escuadra, un transportador.

Ilustración 11. Siluetas Tangram



Fuente: Matemática II (2015)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Imagen obtenida del sitio: <http://matevbaraoz.blogspot.com/2015/11/tangram.html>

Tendrán un espacio establecido para dejar las piezas de su tangram, según cómo lo defina el docente dentro de su lámina milimetrada. La idea es que una vez que logren formar las siluetas, deberán ordenadamente registrar los pasos que utilizaron para tomar una pieza del tangram y colocarla en su posición, según el método que estimen conveniente.

En la clase siguiente, será de vital importancia plantear preguntas a los alumnos y las alumnas que vayan en la dirección de analizar las complicaciones de la actividad, de los procesos mentales que hay detrás de ella, de las potencialidades del material y que posteriormente deberán planificar una actividad didáctica siguiendo las directrices conocidas sobre la planificación, para diseñar una actividad matemática que implique el uso del tangram y fomente alguna habilidad del PC.

#### Orientaciones para el docente:

- Se sugiere tener a mano las soluciones de los tangram, para ello revisar Anexo V.
- Esta actividad idealmente deberá ser presentada en un trabajo práctico impreso o en formato pdf si es en modo virtual. Si se diera este último caso, se deberá hacer una pequeña introducción a los estudiantes sobre cómo construir un tangram propio en casa y ojalá disponer de todos los materiales necesarios para la actividad a disposición.

- Se recuerda que esta es una actividad desenchufada, por el momento sólo se insinúa a los estudiantes que esta actividad si pudiera realizarse con algún *software* específico.
- Se sugiere que en el proceso de planificación de la actividad que crearán los estudiantes, se define un formato de planificación en conjunto, según los diseños ya conocidos.
- Para evaluar esta actividad, se debiese integrar el trabajo práctico y la planificación posterior al portafolio de cada estudiante. Una rúbrica evaluativa podría ser un instrumento de evaluación muy útil.

### **Actividad 5: Experiencia enchufada**

Se espera que los estudiantes logren planificar y ejecutar una actividad didáctica enchufada en base a parámetros de una actividad desenchufada. Los estudiantes serán conducidos por el docente a una situación en contexto, en donde deberán utilizar alguna herramienta tecnológica que tengan a disposición para armar una actividad enchufada.

#### Resultado de aprendizaje esperado:

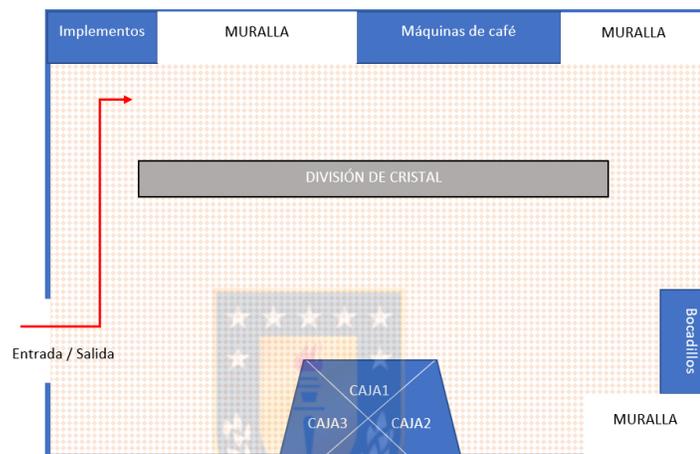
R4. Diferenciar entre actividades enchufadas y desenchufadas.

R5. Diseñar actividades didácticas que fomenten las habilidades y actitudes del Pensamiento Computacional.

Duración: 4 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: A los estudiantes se les presentará la siguiente situación problemática en una cafetería automática, que modela la ilustración siguiente:

Ilustración 12. Plano Cafetería



Fuente: Elaboración propia.

A partir de la Ilustración 12, los estudiantes deberán analizar la distancia recorrida por una persona que desea comprarse un café, siguiendo la flecha roja. Deberán tener las siguientes consideraciones:

- Las murallas no pueden moverse. Todos los elementos en azul y el gris son modificables en su posición.
- Deberán proponer 3 distribuciones distintas en su composición.
- Deberán indicar un paso a paso con la ayuda de un programa computacional.

Además:

- Implementos: Dispone al cliente de azúcar, Stevia y batidores.
- El sector de las máquinas de café: Dispone al cliente de tres opciones; Espresso, Cappuccino y Mokacchino; con dos variantes, vaso chico o grande.
- Bocadillos: Ofrecen al cliente de muffin de *berries* o alfajor de manjar.
- El sector de cajas: Dispone al cliente de tres cajas, automáticas en donde deberán indicar su tipo de café, el tipo de vaso escogido y si llevan algún bocadillo, para que la caja entregue el precio final, se pague solo con la opción de tarjeta y posteriormente se reciba la boleta en un correo electrónico indicado por el cliente.

Posteriormente deberán plantear la actividad y junto a ello preguntas que desarrollen el pensamiento crítico y abstracto de sus futuros estudiantes considerando los caminos posibles en donde se recorre menor o mayor distancia, menor o mayor precio pagado por el cliente, posibles combinaciones de elección, etc.

Orientaciones para el docente:

- Se sugiere que para esta actividad se les entregue a los estudiantes un trabajo práctico en formato digital o impreso en formato pdf, definiendo claramente lo que deben realizar y otorgando a la figura las medidas que considere pertinente.

- Se sugiere que el docente guíe a sus estudiantes en realizar diagramas de flujo que apoyen o sustenten su trabajo para el ordenamiento de la actividad enchufada.
- Se sugiere utilizar como posibles programas: Microsoft Office, Scratch, GeoGebra, Easyhome Homestyler, IKEA Home Planner, entre otros. Esto quedaría a determinación del estudiante, puesto que son programas muy intuitivos y fáciles de usar, con ventajas y desventajas que deben ser abordadas según la actividad planteada.



## **5.2. Actividades para la asignatura electiva “Pensar, Programar y Crear para el siglo XXI”**

### **Actividad 1: Iniciándose en Scratch**

Se busca que los estudiantes logren conocer el Scratch en su formato básico para realizar operaciones matemáticas básicas, ya conociendo las nociones básicas sobre variables y dichas operaciones.

#### Resultado de aprendizaje esperado:

R1. Comprender y usar elementos de la programación y el pensamiento computacional para generar pensamiento algorítmico y abstracción.

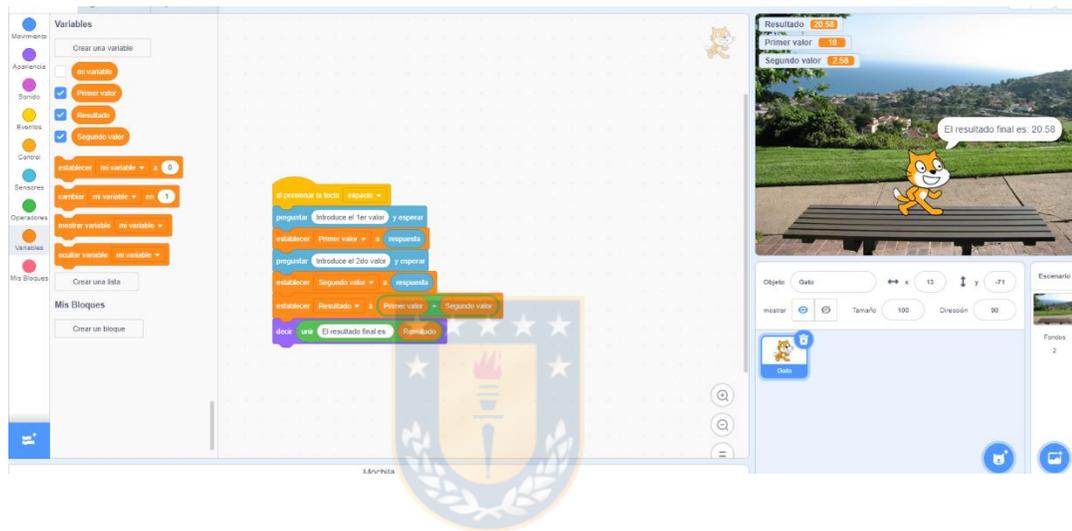
Duración: 2 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: Los estudiantes crearán un nuevo programa en la plataforma Scratch, en donde definirán las tres variables: Resultado, Primer número y Segundo número.

Posteriormente, irán intuitivamente permitiendo que el “Gato de Scratch”, pregunte por el primer y el segundo valor y pueda automáticamente ir sumando estos dos números. La idea es que los estudiantes, de forma personal exploren la plataforma y junto al docente generen que la animación nos pregunte sobre los números que queremos sumar, luego ejecute la operación matemática y entregándonos un resultado.

Luego, la idea es ir progresivamente complejizando las operaciones matemáticas que la animación deba ejecutar. Además, los estudiantes podrán modificar la figura que ejecuta las acciones, además del fondo.

Ilustración 13. Pantalla Scratch



Fuente: Elaboración propia con base de datos de Scratch (2021).

La Ilustración 13 nos da una visión general de lo que se busca lograr en la operación de “suma de dos números”.

#### Orientaciones para el docente:

- Se sugiere tener en un trabajo práctico en formato pdf bien catalogadas las operaciones que deben realizar los estudiantes. Si es en contexto de presencialidad, la actividad debe realizarse en el laboratorio de Computación.

- Se recuerda que a los estudiantes no se les debe entregar la secuencia de bloques ideal, sino que ellos deben construir de forma paulatina su propia actividad. En palabras simples, no entregar ayudas.
- Cómo Scratch tiene la opción de guardar y compartir los proyectos, el docente debe recibir de los estudiantes los enlaces de sus proyectos terminados, se sugiere correo electrónico para canalizar esta necesidad.

### **Actividad 2: Proyecto con App Inventor**

La intención de la actividad siguiente dice relación a que los estudiantes logren desarrollar un proyecto que se concretizará en el diseño de una aplicación mediante “App Inventor” y que tendrá como objetivo el asistir a los estudiantes a enseñar un contenido o conocimiento matemático de las bases curriculares de séptimo básico a cuarto medio.

#### Resultados de aprendizaje esperado:

R1. Comprender y usar elementos de la programación y el pensamiento computacional para generar pensamiento algorítmico y abstracción.

R2. Aplicar conceptos básicos de los lenguajes de programación para diseñar actividades que desarrollen habilidades asociadas al Pensamiento Computacional.

Duración: 6 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: Los estudiantes trabajarán de forma individual. Deben planificar y mostrar un proyecto que ayude en el proceso de enseñanza y aprendizaje de algún concepto matemático. El docente puede colocar como ejemplo algunas de las aplicaciones tutoriales que aparecen en el sitio web de App Inventor. Los estudiantes se orientarán con la pauta en el Anexo IV para plantear su proyecto, que consiste en plantear un problema central; que los alumnos y las alumnas logren determinar un propósito; habilidades o actitudes del PC relacionadas al proyecto; el desafío a resolver; los productos y recursos necesarios para su realización; las etapas previstas; anotaciones de las reflexiones durante el proceso y entregar un cronograma tentativo.

La intención es que los estudiantes logren en dos clases hacer la planificación del proyecto para luego hacerle entrega de los resultados finales al docente. La aplicación a diseñar debe ser simple, específica para el conocimiento a enseñar (ejemplo: volumen de cilindro y cono) y el estudiante debe ser capaz de seguir paso a paso los procesos por los cuales se construye una aplicación, teniendo en cuenta que en clases anteriores ha sido interiorizado a la plataforma y revisar sus errores depurando su aplicación final.

Orientaciones para el docente:

- Se sugiere proveer a los estudiantes el formato de las bases curriculares de matemáticas de séptimo básico a cuarto medio.

- El docente debería fijar un horario de atención exclusivo para recopilar las inquietudes más complejas de algunos estudiantes respecto a posibles errores en el ordenamiento de los bloques para la plataforma y su uso, para así exponer las posibles soluciones durante la clase siguiente.

### **Actividad 3: Análisis de códigos**

Esta actividad busca que los estudiantes logren analizar un código complejo en la consola de JavaScript ya conociendo las nociones básicas sobre variables. Así, podrán diseñar ellos mismos con el código entregado una actividad que tribute a desarrollar habilidades del PC.

#### Resultado de aprendizaje esperado:

R1. Comprender y usar elementos de la programación y el pensamiento computacional para generar pensamiento algorítmico y abstracción.

R2. Aplicar conceptos básicos de los lenguajes de programación para diseñar actividades que desarrollen habilidades asociadas al Pensamiento Computacional.

Duración: 4 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: Los estudiantes ingresarán al programa Visual Studio Code (de descarga gratuita) para abrir el archivo HTML que el docente proveerá para el desarrollo de la actividad (Ver Anexo VI). En la siguiente imagen se puede observar un trozo de dicho código.

## Ilustración 14. Muestra código ahorcado

```
function dibujarJuego() {
  nodoResultado.textContent = palabraMostrar.join(' ');
  nodoIntentos.textContent = numIntentos;
  nodoHistorial.textContent = historialLetrasUsuario.join(' ');
}
function comprobarLetraUsuario() {
  let letraUsuario = nodoLetra.value;
  nodoLetra.value = '';
  nodoLetra.focus();
  for (const [posicion, letraAdivinar] of palabraAdivinar.entries()) {
    if (letraUsuario == letraAdivinar) {
      palabraMostrar[posicion] = letraAdivinar;
    }
  }

  if (!palabraAdivinar.includes(letraUsuario)) {
    numIntentos -- 1;
    historialLetrasUsuario.push(letraUsuario);
  }
  acabarJuego();
  dibujarJuego();
}
function comprobarPulsadoEnter(evento) {
  if (evento.code == 'Enter') {
    comprobarLetraUsuario();
  }
}
```

Nota: Apoyo del Profesor de matemáticas Felipe Kessi para la confección del código.

Fuente: Elaboración propia.

La idea de la actividad es que los alumnos y alumnas sean cuestionados respecto a las siguientes preguntas o similares:

1. ¿Arrojó algún error el código?
2. ¿Qué genera el código? Describe lo que ves.
3. ¿Ves algún patrón entre la escritura del código? ¿A qué crees que se refiere los símbolos { ; ' por ejemplo?
4. ¿Qué parámetros o variables podríamos modificar? ¿Qué efectos podrían generar?

Luego, las alumnas y los alumnos deberán generar un código propio con el apoyo de la bibliografía del curso y diseñar la planificación de una actividad similar a la presentada por el docente, teniendo en cuenta que debe ser original y explicitar sobre las habilidades del Pensamiento Computacional o actitudes que se pretenden incentivar con dicha actividad.

Orientaciones para el docente:

- Se sugiere tener el código a mano, ya sea en formato digital o escrito en la pizarra. En este último caso, el tipeo manual ayuda a los estudiantes a identificar posibles errores.
- El código propuesto viene con un par de errores, por tanto, los estudiantes deberían ser capaces de identificar dichos errores y argumentar su determinación.
- Para el diseño de la actividad personal de cada estudiante, se sugiere brindar la segunda clase para dicho asunto. Dentro de la primera clase, se realiza la actividad sugerida por el docente como ejemplificación.

### **5.3. Actividades para la asignatura electiva “La Praxis matemática en el mundo digital”**

#### **Actividad 1: Las integrales nos ayudan**

En esta actividad se pretende que los estudiantes logren analizar una situación en conjunto con sus pares, en grupos, que implique conocimientos respecto a límites de la Unidad 2 del programa de “Límites, Derivadas e Integrales”.

#### Resultado de aprendizaje esperado:

R1. Analizar situaciones didácticas que involucren los conceptos de derivadas e integrales en contextos matemáticos utilizando herramientas tecnológicas avanzadas.

R4. Evaluar el aporte del Pensamiento computacional en el currículum de la matemática escolar en el contexto educativo.

Duración: 4 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: Los estudiantes forman grupos de 4 a 5 integrantes. Cada grupo tendrá a su disposición una de las actividades, entregadas al azar y tendrá que proponer una discusión conjunta, en donde sus integrantes deberán debatir en torno a una serie de interrogantes planteadas por el docente. Se sugieren las siguientes interrogantes:

1. ¿Consideran que la actividad está en concordancia con el OA y las actitudes que pretende desarrollar?

2. ¿El inicio de la actividad capta la atención de los estudiantes correctamente? Fundamenten su postura.
3. ¿Existe una adecuada concatenación de la complejidad del problema que se analiza con los contenidos que se están profundizando? Justifiquen su respuesta.
4. ¿El recurso tecnológico utilizado es pertinente a la actividad? ¿Qué otro recurso podría proponer para utilizar en este caso?
5. ¿En qué medida las habilidades del Pensamiento Computacional penetran en el desarrollo de esta actividad? Proporcionen una relación concisa entre estos ámbitos.



Los estudiantes deberán realizar una conclusión de las ideas fuerza de su debate en torno a estos cuestionamientos dentro del aula de clases.

Posteriormente, en la siguiente clase, las y los alumnos deberán presentar sus conclusiones respecto a la discusión generada y las preguntas planteadas por el docente. Sus compañeros deben participar del debate y analizar críticamente aspectos que faltaron en análisis, destacando aspectos positivos y puntos a mejorar de las conclusiones que sus compañeros/as expusieron.

#### Orientaciones para el docente:

- Se sugiere realizar una pequeña evaluación diagnóstica antes de comenzar la actividad para captar el dominio de los conceptos referidos a límites, derivadas e integrales a analizar.

- En este caso no se sugiere dar mayor tiempo entre clases para que los estudiantes puedan exponer sus conclusiones, sería interesante fomentar que estén tomando nota.

## **Actividad 2: Análisis de una situación estadística**

En esta actividad se pretende que los estudiantes logren analizar una situación que implica conocimientos de estadística de la Unidad 3 del programa de “Probabilidades y Estadísticas Descriptiva e Inferencial”. Deben desarrollar este trabajo en equipo.

### Resultado de aprendizaje esperado:

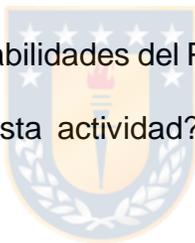
R2. Analizar situaciones didácticas basadas en la vida cotidiana que requieran el uso de probabilidades y estadística descriptiva.

R4. Evaluar el aporte del Pensamiento computacional en el currículum de la matemática escolar en el contexto educativo.

Duración: 4 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: Los estudiantes forman grupos de 4 a 5 integrantes. Cada grupo tendrá a su disposición una de las actividades, entregadas al azar y tendrá que proponer una discusión conjunta, en donde sus integrantes deberán debatir en torno a una serie de interrogantes planteadas por el docente. Se sugieren las siguientes interrogantes:

1. ¿Consideran que la actividad está en concordancia con el OA y las actitudes que pretende desarrollar?
2. ¿El inicio de la actividad capta la atención de los estudiantes correctamente? Fundamenten su postura.
3. ¿Existe una adecuada concatenación de la complejidad del problema que se analiza con los contenidos que se están profundizando? Justifiquen su respuesta.
4. ¿El recurso tecnológico utilizado es pertinente a la actividad? ¿Qué otro recurso podría proponer para utilizar en este caso?
5. ¿En qué medida las habilidades del Pensamiento Computacional penetran en el desarrollo de esta actividad? Proporcionen una relación concisa entre estos ámbitos.



Los estudiantes deberán realizar una conclusión de las ideas fuerza de su debate en torno a estos cuestionamientos dentro del aula de clases.

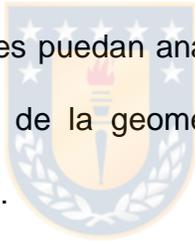
Posteriormente, en la siguiente clase, los estudiantes deberán presentar sus conclusiones y las preguntas planteadas por el docente. Junto a sus compañeros de clases, irán analizando punto a punto las conclusiones generadas, tanto en ventajas como desventajas.

### Orientaciones para el docente:

- Se sugiere realizar una pequeña evaluación diagnóstica antes de comenzar la actividad para captar el dominio de los conceptos estadísticos a analizar.
- En este caso no se sugiere dar mayor tiempo entre clases para que los estudiantes puedan exponer sus conclusiones, sería interesante fomentar que estén tomando nota.

### **Actividad 3: Dibujo 3D**

Se espera que los estudiantes puedan analizar una situación, de forma grupal, que conlleva conocimientos de la geometría euclidiana en la Unidad 3 del programa de “Geometría 3D”.



### Resultado de aprendizaje esperado:

R3. Analizar situaciones didácticas que apliquen conceptos de la geometría 3D en otros contextos, como la arquitectura y las artes.

R4. Evaluar el aporte del Pensamiento computacional en el currículum de la matemática escolar en el contexto educativo.

Duración: 4 horas pedagógicas

Desarrollo de la actividad: Los estudiantes forman grupos de 4 a 5 integrantes.

Cada grupo tendrá a su disposición una de las actividades, entregadas al azar y tendrá que proponer una discusión conjunta, en donde sus integrantes deberán

debatir en torno a una serie de interrogantes planteadas por el docente. Se sugieren las siguientes interrogantes:

1. ¿Consideran que la actividad está en concordancia con el OA y las actitudes que pretende desarrollar?
2. ¿El inicio de la actividad capta la atención de los estudiantes correctamente? Fundamenten su postura.
3. ¿Existe una adecuada concatenación de la complejidad del problema que se analiza con los contenidos que se están profundizando? Justifiquen su respuesta.
4. ¿El recurso tecnológico utilizado es pertinente a la actividad? ¿Qué otro recurso podría proponer para utilizar en este caso?
5. ¿En qué medida las habilidades del Pensamiento Computacional penetran en el desarrollo de esta actividad? Proporcionen una relación concisa entre estos ámbitos.

Los estudiantes deberán realizar una conclusión de las ideas fuerza de su debate en torno a estas interrogantes dentro del aula de clases.

Posteriormente, en la siguiente clase, las y los alumnos deberán presentar sus conclusiones respecto a la discusión analítica y las preguntas planteadas por el docente. Sus compañeros deben participar de la discusión y analizar críticamente aspectos que faltaron en análisis, destacando aspectos positivos y negativos presentes.

Orientaciones para el docente:

- Se sugiere realizar una pequeña evaluación diagnóstica antes de comenzar la actividad para captar el dominio de los conceptos geométricos a analizar.
- En este caso no se sugiere dar mayor tiempo entre clases para que los estudiantes puedan exponer sus conclusiones, sería interesante fomentar que estén tomando nota.



## 6. CONSIDERACIONES FINALES

### 6.1. Respuesta a la pregunta de investigación

Uno de los primeros cuestionamientos que pavimentó el camino en generar este seminario fue la Pregunta de Investigación expuesta en la sección 1.2:

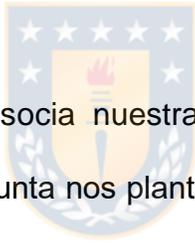
*“¿Cómo fortalecer la malla curricular de la carrera de Pedagogía en Matemáticas de la Universidad de Concepción para responder a las nuevas demandas sobre el PC que señalan las nuevas bases curriculares del Plan Diferenciado Humanista Científico propuesto por el MINEDUC?”.*

Cómo una respuesta ante esta pregunta se sugirió la creación de una propuesta curricular compuesta de una asignatura obligatoria y dos electivos, a través de las cuales se intenta fortalecer la carrera, de forma de actualizar la malla curricular y con ello dar una formación a los futuros profesores de matemáticas que les permita dar respuesta a las modificaciones realizadas en el contexto del Plan Diferenciado HC en la línea del pensamiento computacional y la programación. Durante el diseño de dicha propuesta, que, ofrecida como un aporte para la carrera de PEM en su proceso de autoevaluación, fueron presentados los programas de las asignaturas que componen la propuesta en una reunión con los jefes de carrera y los docentes de las áreas de las tecnologías de la carrera de las sedes de Concepción y Los Ángeles. Esto generó un espacio único que entrega una idea de cómo se busca fortalecer a PEM en

pensamiento computacional y recibir retroalimentación de los otros estamentos que estarían involucrados en el proceso abriendo una recepción más informada de la propuesta que se propone en este seminario.

Posterior a esta interrogante, en la sección 1.2., se plantearon subpreguntas que, al ser respondidas, nos ayudarán en nuestro objetivo de responder la Pregunta de Investigación.

Subpregunta 1: ¿Nuevas asignaturas referidas al Pensamiento Computacional permiten optimizar la malla curricular actual de la carrera de Pedagogía en Matemáticas?



Esta primera interrogante asocia nuestra respuesta lógica a la creación de nuevas asignaturas. La pregunta nos plantea un verbo transitivo “optimizar” que se define cómo obtener el máximo rendimiento o provecho de algo (Real Academia Española, 2005). En este caso aprovechar al máximo nuestra malla curricular y actualizarla en torno al concepto de PC. Este aspecto fue argumentado en la sección 4.1. y entregó un antecedente más que justifica la desactualización de la carrera en este ámbito, en donde ni su perfil de egreso, ni tampoco en las asignaturas actuales de la malla toman en cuenta la importancia del PC para el MINEDUC, debido a que es un elemento relativamente nuevo en las bases curriculares de la educación escolar chilena.

Subpregunta 2: ¿Qué contenidos deberían conformar los programas de las nuevas asignaturas?

Sin lugar a duda, es (y fue) una de las interrogantes más difíciles de responder. Para responder a este cuestionamiento, tras la revisión de variados escritos y artículos respecto al PC, se tenía una idea vaga de los contenidos que deberían incluirse en las asignaturas. Pero quedaba resolver un par de asuntos trascendentales: Decidir la cantidad y el tipo de asignaturas que la propuesta incluiría. Dada la transversalidad del Pensamiento Computacional, su relación con las matemáticas y la multiplicidad de herramientas asociadas para desarrollar las habilidades del PC (programación, resolución de problemas, uso de programas computacionales, actividades desenchufadas y enchufadas, robótica, realidad aumentada, impresoras 3D, etc.) se decidió durante este seminario la creación de una asignatura obligatoria durante el quinto semestre de la carrera que tuviera una amplitud equilibrada entre una teoría introductoria al concepto para luego enfocarse a actividades más inmersas en la praxis educativa, junto a dos electivos que se pudieran dictar desde el sexto semestre en adelante y que tomarán alguno de los aspectos más relevantes que pueden ayudar a los estudiantes a profundizar en el desarrollo del PC a través de habilidades y actitudes.

Se determinó que una asignatura sería insuficiente debido a la amplitud del PC, por tanto, ambos electivos deberían estar presentes como alternativa para el estudiantado con la condición de que se tomará uno de dichos electivos posterior a la realización de la asignatura obligatoria.

En cuanto a los contenidos de cada una de las asignaturas, para tener un claro ordenamiento sobre su distribución a los largos de las tres asignaturas propuestas, en la sección 4.2. se trabajó en base a las actuales competencias del perfil de egreso, contextualizándolas en relación con el PC, sus contenidos cruciales e ideales según la literatura actual y los lineamientos del MINEDUC y una concatenación de dichos contenidos desde el inicio del curso obligatorio hasta el término de uno de los electivos (simulando el camino de un estudiante de PEM al tomar esta propuesta dentro de la carrera).

Subpregunta 3: ¿De qué forma estas nuevas asignaturas a través de sus programas interactúan y se transversalizan con otras asignaturas de la malla curricular de la carrera de Pedagogía en Matemáticas?

Al generar un programa de asignatura, otro requerimiento que debía cumplirse es su conexión con otras asignaturas de la malla. En la construcción del programa de las asignaturas se definieron algunos prerrequisitos que debían tener cada una de ellas y determinando así la relación de esta asignatura con otras de la malla curricular. Por otro lado, dentro de las actividades propuestas en el capítulo 5, se pudo observar una transversalización de los contenidos referidos a otras áreas del conocimiento y relacionándolo con otras habilidades de asignaturas de la carrera de PEM, siendo uno de ellos por ejemplo la realización de proyectos interdisciplinarios de carácter pedagógico.

Subpregunta 4: ¿Qué orientaciones didácticas, metodológicas y evaluativas deberían sugerirse para el correcto desarrollo de estas asignaturas?

Para esta necesidad ser respondida se debía en primer lugar definir la cantidad de orientaciones pertinentes a cada una de las asignaturas. En el capítulo 5 se introdujeron 5 actividades para la asignatura obligatoria y 3 actividades para cada uno de los electivos, siendo un total de 11. Además, se debía incluir una sección de orientaciones para el docente en cada una de las actividades. A medida que el desarrollo de este seminario tomaba cuerpo, se presentó una dificultad sobre la repetencia de las orientaciones respectivas, por ejemplo, a situaciones de virtualidad debido a la pandemia, lo que conllevó a crear una sección en el inicio del capítulo 5, que describiera orientaciones generales para el docente que tuviera que impartir dicho curso propuesto.

Subpregunta 5: ¿Las nuevas asignaturas contribuyen a dar respuesta a los requerimientos del MINEDUC, en relación con el desarrollo del Plan Diferenciado HC de tercero y cuarto medio?

Esta interrogante es una de las razones de este seminario, que es dar respuesta los lineamientos que el Ministerio de Educación de Chile presenta en las bases curriculares. Dentro de la sección 4.1. se justifica en un apartado lo que el Ministerio pretende y como se concatena con la propuesta planteada. Eso sí, ya presentada la propuesta, junto a sus orientaciones, volvemos a revisar la tabla

4.1. que expone los OA de la asignatura “Pensamiento Computacional y Programación”.

En mayor o menor medida todos los objetivos que allí se presentan, son respondidos con las tres asignaturas planteadas. Si nos fijamos en la asignatura obligatoria, se da respuesta a los OA 1, 2, 3 y 6, mientras que el electivo nº1 da respuesta a todos los objetivos y el electivo nº2 a los OA 1, 2 y 3. Es preciso indicar que la obligatoriedad de tomar uno de los electivos parece una decisión justificada para que el estudiante pueda profundizar en las áreas ya revisadas o expandir su conocimiento en relación con temáticas de programación en bloque y en códigos más avanzados.

Subpregunta 6: ¿Cuáles son las proyecciones y desafíos futuros que propone este aporte a la actualización curricular de la carrera de Pedagogía en Matemáticas?

Por el momento, con la información presentada respecto a la propuesta que da cuenta este seminario, una de las proyecciones inmediatas es que sea una herramienta precisa ya armada para que el equipo encargado del proceso de actualización o reestructuración de la carrera de PEM en la Universidad de Concepción, para que puedan incluir el PC en dicha malla, y dar respuesta a los estándares del MINEDUC y a los propios avances en torno a dilemas educativos existentes.

El mayor desafío será la puesta en práctica, ya sea de la propuesta, o parte de la propuesta, que según los lineamientos de las autoridades podrá ser tomada

como una guía para el rediseño curricular. Posteriormente, evaluar empíricamente los resultados de la implementación de estas asignaturas a largo plazo, y si cumple con el objetivo último, siendo este la formación de profesores de matemáticas más capacitados y actualizados en torno al PC para que puedan ser funcionales y competentes en su futuro entorno laboral.

## **6.2. Conclusiones**

Dentro del largo proceso de presentar una propuesta de actualización curricular para la carrera de PEM se determinó cumplir con el siguiente objetivo general:

*“Crear una propuesta de asignaturas referida al Pensamiento Computacional como un aporte a la actualización de la malla curricular de la carrera de Pedagogía en Matemáticas de la Universidad de Concepción”.*

Dicho objetivo fue cumplido y tras dicho proceso quedaron de manifiesto ciertas consideraciones.

En primer lugar, ante la sólida teoría que fue entregada en este seminario, después de una extensa revisión de antecedentes teóricos y empíricos queda asentada la importancia del PC en la actualidad y como este concepto ha influido a nivel nacional y también ha llegado a influenciar la educación nacional chilena. Se fundamenta bajo ese marco, la incorporación del PC en la educación superior, en la etapa de formación de profesores, para actualizar los conocimientos brindados por las instituciones de formación docente, en este caso particular, la Universidad de Concepción.

En segundo lugar, ante la gran serie de contenidos y habilidades que el Pensamiento Computacional pregona y sustenta, hacen imperativo que esta temática sea tratada, tanto en transversalidad para los estudiantes universitarios y los estudiantes de secundaria. El trabajo en equipo, el aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas, discusiones analíticas son una columna importante dentro de las asignaturas de la propuesta que este seminario expone. En tercer lugar, se tiene que, dentro de las actividades didácticas propuestas también, junto a los programas de las asignaturas, las orientaciones al docente son un apartado fundamental que permite encarrilar lo que las asignaturas buscan desarrollar en los estudiantes de pedagogía y aconsejar a los docentes sobre los enfoques que debieran dirigir el trámite de la asignatura obligatoria y ambas electivas.



Este último punto abre una arista sobre el docente ideal para dictar estas asignaturas. Algunos puntos sobre un docente ideal que se espera pueda ser contratado para la dictación de estas asignaturas es un profesional que además de cumplir con el Perfil del Docente UdeC, sea un docente flexible y abierto para considerar las directrices que presentan los programas y las orientaciones de este seminario, teniendo en consideración que debe manejar en las nuevas tecnologías y plataformas digitales. Una sugerencia podría ser el desarrollo de la asignatura obligatoria con el trabajo conjunto de dos docentes, uno que maneje el área teórica y otro/a que desarrolle la sección práctica del curso. En el caso de las asignaturas electivas, se sugiere solo un docente, que sea experto en su área.

Sin embargo, se debe considerar que, para toda la propuesta planteada, en su implementación pueden surgir algunos inconvenientes, algunas dificultades que se deben tener en cuenta. Entre ellas están:

- El descuadre curricular. Como todo proceso de actualización de una malla curricular se deberán sopesar el sistema de créditos transferibles (SCT), con la cantidad de asignaturas y cómo está propuesta viene a influenciar su relación con las asignaturas existentes y las asignaturas que posiblemente se eliminen. Esto queda al criterio de las autoridades pertinentes.
- Indicadores de logro de las asignaturas expuestas. Cómo la propuesta es un aporte nuevo para la Universidad de Concepción, se debe tener un especial cuidado en medir los desempeños tanto de los estudiantes y el(los) docente(s) asignados a dichas asignaturas para el correcto seguimiento de las directrices que la propuesta levanta, con monitoreo de la Facultad de Educación o alguno de sus departamentos y apoyo constante al grupo docente.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 7.1. Glosario<sup>2</sup>

#### Approach<sup>3</sup>

Enfoque, acercamiento, abordaje, propuesta.

#### Habilidad

Capacidad y disposición para algo. Cada una de las cosas que una persona ejecuta con gracia y destreza.

#### Software

Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

#### Taxonomía

Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la organización jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de animales y vegetales.

---

<sup>2</sup> Definiciones obtenidas de la Real Academia Española. <https://dle.rae.es/>

<sup>3</sup> Traducción realizada en Google Traductor <https://translate.google.cl/>

## 7.2. Bibliografía

Aguinaga, J. (2016). El uso de las TIC. Su influencia en los cambios individuales y sociales. *Revista de Estudios y Juventud 111: Jóvenes e identidades*, 9-25.

Aho, A. V. (2011). *Ubiquity symposium: What is Computation? Computation and Computational Thinking*. ACM.

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?. *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>

Bernal, J. L. (2006): *Diseño curricular en la enseñanza universitaria desde la perspectiva de los ECTS*. Zaragoza: Instituto Ciencias de la Educación Universidad de Zaragoza.

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley M., Miller-Ricci, M. & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). Dordrecht: Springer.

Brackmann, C., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A. & Barone, D. (2017). Development of Computational Thinking Skills through Unplugged Activities in Primary School. *Proceedings of 12th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 65-72. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137069>

Brennan, K. & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *AERA 2012*. [http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan\\_Resnick\\_AERA2012\\_CT.pdf](http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf)

Caeli, E. N. & Yadav, A. (2020). Unplugged Approaches to Computational Thinking: a Historical Perspective. *TechTrends 64*, 29–36. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00410-5>

Casal, I. & Granda, M. (2003). Una estrategia didáctica para la aplicación de los métodos participativos. *Tiempo de educar*, 4(7), 171-202. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31100707>

Cenacchi, M. (2016). *Scratch: ¿programar para todos? Análisis de adecuación a pautas de accesibilidad web WCAG 2.0*. [Ponencia, Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación]. Research Gate. [https://www.researchgate.net/publication/318011352\\_Scratch\\_programar\\_para\\_todos\\_Analisis\\_de\\_adequacion\\_a\\_pautas\\_de\\_accesibilidad\\_web\\_WCAG\\_20](https://www.researchgate.net/publication/318011352_Scratch_programar_para_todos_Analisis_de_adequacion_a_pautas_de_accesibilidad_web_WCAG_20)

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique; du savoir savant au savoir enseigné*. Paris: La Pensée Sauvage.

- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). Computational thinking. A guide for teachers. *Computing At School*. <https://community.computingschool.org.uk/files/6695/original.pdf>
- De Jesus, A. M. & Silveira, I. F. (2020). Game-based collaborative learning framework for computational thinking development. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 99, 113-123. <https://www.doi.org/10.17533/udea.redin.20200690>
- Denner, J., Werner, L., Campe, S., & Ortiz, E. (2014). Pair programming: Under what conditions is it advantageous for middle school students? *Journal of Research on Technology in Education*, 46, 277-296. <http://dx.doi.org/10.1080/15391523.2014.888272>
- Dirección de Estudios Estratégicos de la Universidad de Concepción (2020, 11 de Diciembre). *Carreras con Acreditación Vigente al 11-12-20*. [http://www2.udec.cl/~destudio/Carreras\\_Acreditadas.pdf](http://www2.udec.cl/~destudio/Carreras_Acreditadas.pdf)
- Estrada, M. (1999). *El desarrollo de las habilidades matemáticas en función de su repercusión interdisciplinaria*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Académico Digital UANL. <http://eprints.uanl.mx/699/1/1020125895.PDF>
- European Commission (2020). *Digital Economy and Society Index (DESI) 2020 Human Capital*. [https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc\\_id=67077](https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=67077)
- Fadel, C., Bialik, M. & Trilling, B. (2015). *Four-Dimensional Education: The Competencies Learners Need to Succeed*. Center por Curriculum Redesign.
- Ferrón, V. M. (2019). *¿Es satisfactoria la clase expositiva en la universidad? Un enfoque crítico. Implicaciones para la formación del profesorado*. [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid]. Repositorio Digital UAM. [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/690362/ferron\\_zarraute\\_victor\\_manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/690362/ferron_zarraute_victor_manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- González-González, C. S. (2019). State of the Art in the Teaching of Computational Thinking and Programming in Childhood Education. *Education in the Knowledge Society*, 20(17), 1-15. [http://doi.org/10.14201/eks2019\\_20\\_a17](http://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17)
- González, F., López, C. & Castro, C. (2018). Development of Computational Thinking in High School Students: A Case Study in Chile. *37va Conferencia Internacional de la Sociedad Chilena de Computación*. <http://doi.org/10.1109/SCCC.2018.8705239>

Goode, J., Margolis, J., & Chapman, G. (2014). Curriculum is not enough: the educational theory and research foundation of the exploring computer science professional development model. En J. D. Dougherty & Association for Computing Machinery (eds.), *SIGCSE'14 Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 493-498). ACM. <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2538862.2538948>

Grover S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>

Icarte, G. A. & Labate, H. A. (2016). Metodología para la Revisión y Actualización de un Diseño Curricular de una Carrera Universitaria Incorporando Conceptos de Aprendizaje Basado en Competencias. *Formación Universitaria*. 9(2), 3-16. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000200002>

International Telecommunication Union (2019). *Facts and Figures 2019*. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/FactsFigures2019.pdf>

Jaipal-Jamani, K. & Angeli, C. (2016). Effect of Robotics on Elementary Preservice Teachers' Self-Efficacy, Science Learning, and Computational Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2). <http://doi.org/10.1007/s10956-016-9663-z>

Joyanes, L. (2008). *Fundamentos de Programación. Algoritmos, estructura de datos y objetos* (4ª ed.). Editorial McGraw Hill/Interamericana de España.

Kalelioglu, F. & Gulbahar, Y. (2014). The Effects of Teaching Programming via Scratch on Problem Solving Skills: A Discussion from Learners' Perspective. *Informatics in Education*, 13(1), 33-50. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1064285.pdf>

Kim, B., Kim, T. & Kim, J. (2013). Paper-and-pencil programming strategy toward computational thinking for non-mayors: Design your solution. *Journal of Educational Computing Research*, 49(4), 437-459. <https://doi.org/10.2190/EC.49.4.b>

Lastra, L. R. & Mardones, E. E. (2019). *Diseño e implementación de estrategias didácticas desenchufadas para el desarrollo del Pensamiento Computacional en alumnos de 5.º año de Educación Básica*. [Tesis de maestría, Universidad de Concepción]. Research Gate.

[https://www.researchgate.net/publication/336303383\\_Disenio\\_e\\_implementacion\\_de\\_estrategias\\_didacticas\\_desenchufadas\\_para\\_el\\_desarrollo\\_del\\_Pensamiento\\_Computacional\\_en\\_alumnos\\_de\\_5\\_ano\\_de\\_Educacion\\_Basica](https://www.researchgate.net/publication/336303383_Disenio_e_implementacion_de_estrategias_didacticas_desenchufadas_para_el_desarrollo_del_Pensamiento_Computacional_en_alumnos_de_5_ano_de_Educacion_Basica)

Li, Q. (2020, 28 de Septiembre). Computational thinking and teacher education: An expert interview study. *Human Behavior and Emerging Technologies*. <https://doi.org/10.1002/hbe2.224>

- Lu, J. J., & Fletcher, G. H. (2009, Marzo). Thinking about computational thinking. *ACM SIGCSE Bulletin* 41(1), 260-264. ACM.
- Matthew, N. & Stones, R. (2008). *Beginning Linux® Programming* (4ª ed.). Wiley Publishing Inc.
- Ministerio de Educación (s. f.). *Misión Enlaces*. Enlaces Chile.  
<http://www.enlaces.cl/sobre-enlaces/quienes-somos>
- Ministerio de Educación (2019). *Bases Curriculares 3º y 4º medio*. Unidad de Currículum y Evaluación. [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-91414\\_bases.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-91414_bases.pdf)
- Ministerio de Educación (2019). *Metodología de Aprendizaje basado en Proyectos*. Unidad de Currículum y Evaluación.  
[https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-140166\\_recurso\\_pdf.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-140166_recurso_pdf.pdf)
- Ministerio Secretaría General de Gobierno (2019, 23 de Septiembre). *Ministerio de Educación lanza Plan Nacional de Lenguajes Digitales*.  
<https://msgg.gob.cl/wp/2019/09/23/ministerio-de-educacion-lanza-plan-nacional-de-lenguajes-digitales>
- Morelli, R., De Lanerolle, T., Lake, P., Limardo, N., Tamotsu, E. & Uche, C. (2011). Can Android App Inventor Bring Computational Thinking to K-12?. *Computer Science Department Trinity College*.  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.462.9406&rep=rep1&type=pdf>
- Moreno-León, J., Robles, G., Román-González, M. & Rodríguez, J.D. (2019). Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (pp. 26-35).  
<http://dx.doi.org/10.6018/riite.397151>
- Mouza, C., Marzocchi, A., Pan, Y. & Pollock, L. (2016). Development, Implementation, and Outcomes of an Equitable Computer Science After-School Program: Findings from Middle-School Students. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(2), 84-104.  
<http://dx.doi.org/10.1080/15391523.2016.1146561>
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., Orfanakis, V. & Zaranis, N. (2017). The Appropriateness of Scratch and App Inventor as Educational Environments for Teaching Introductory Programming in Primary and Secondary Education. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*. 12(4), 58-77. <http://doi.org/10.4018/IJWLTT.2017100106>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Computers, children and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Polya, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Editorial Trillas.

Pürbudak, A. & Usta, E. (2021). Collaborative Group Activities in The Context of Learning Styles on Web 2.0 Environments: An Experimental Study. *Participatory Educational Research (PER)*, 8(2), 407-420, <http://dx.doi.org/10.17275/per.21.46.8.2>

Real Academia Española (2005). Optimizar. En *Diccionario de la lengua española* (edición de tricentenario). Consultado el 10 de febrero de 2021. <https://dle.rae.es/optimizar>

Rodríguez del Rey, Y., Cawanga, I., Deco, C., Bender, C., Avello-Martínez, R. & Villalba-Condori, K. (2020). Developing computational thinking with a module of solved problems. *Computer Applications in Engineering Education*, 1-11. <https://doi.org/10.1002/cae.22214>

Roberts, R. (2019). *Conceptos: Pensamiento Computacional y Ciudadanía Digital, en sus acepciones relativas a la educación escolar*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=167136&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>

Román-González, M. (2015). Computational Thinking Test: Design Guidelines and Content Validation. *Proceedings of the 7th Annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2015)*, 2436-2444. <https://www.academia.edu/download/41076993/720.pdf>

Sánchez-Vera, M. M. (2019). El pensamiento computacional en contextos educativos: una aproximación desde la Tecnología Educativa. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 23, 24-39. <http://doi.org/10.7203/realia.23.15635>

Shute, V. J., Sun, C. & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational research review*, 22, 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>

Suazo, C. (2020, 11 de Mayo). *Taller online de 'Programa tus Ideas' enseñará pensamiento computacional*. Biobio Chile. <http://www.biobiochile.cl/especial/e-learning/noticias/2020/05/11/taller-online-de-programa-tus-ideas-ensenara-pensamiento-computacional.shtml>

Valverde, J., Fernández, M. R., y Garrido, M. C. (2015). El Pensamiento Computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46, 1-18. [https://www.um.es/ead/red/46/valverde\\_et\\_al.pdf](https://www.um.es/ead/red/46/valverde_et_al.pdf)

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky U. (2015). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*. 25(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>

- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2010, 17 de noviembre). Computational Thinking: What and Why? *TheLink-The Magazine of the Varnegie Mellon University School of Computer Science*. <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
- Wittmann, E. (1995). Mathematics education as a design science. *Educational Studies in Mathematics*, 29(4), 355-374. <https://doi.org/10.1007/BF01273911>
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S. & Korb, J. (2014). Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1). <http://doi.org/10.1145/2576872>
- Yadav, A., Gretter, S., Good, J. & McLean, T. (2017). Computational Thinking in Teacher Education. *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking*. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1\\_13](http://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_13)
- Yadav, A., Stephenson, C. & Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(3), 55-62. <https://doi.org/10.1145/2994591>
- Zamorano, T., García, Y. & Reyes, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: Principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios De Humanidades Y Ciencias Sociales*, 41. <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>
- Zapata-Ros, M. (2015, 15 de Septiembre). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital Computational Thinking: A New Digital Literacy. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46(4). <http://doi.org/10.6018/red/46/4>
- Zapata-Ros, M. (2018, 21 de Enero). Pensamiento computacional. Una tercera competencia clave (IV): Un dominio teórico específico en las teorías del aprendizaje y un currículum. *Blog RED*. <https://red.hypotheses.org/1079>
- Zapata-Ros, M. (2020). El pensamiento computacional, una cuarta competencia clave planteada por la nueva alfabetización. En J. M. García & S. García (eds), *Tecnologías en (y para) la educación. Capítulo 9*. (pp. 171-209). FLACSO Uruguay.

## 8. ANEXOS

### 8.1. Anexo I

## Programa de Asignatura Obligatoria

**Unidad Académica Responsable:** Departamento de Metodología de la Investigación e Informática Educativa.

**Carrera a la que se imparte:** Pedagogía en Matemática

### I.- IDENTIFICACIÓN.

<b>Nombre: Pensamiento Computacional en Educación Matemática</b>		
Código:	Créditos:	Créditos SCT:
Prerrequisitos: - 401140 Tecnologías de Información en el Aula - 527106 Introducción al Razonamiento Matemático - 403167 Alfabetización Académica en Pedagogía - 401141 Software Matemático - 527246 Resolución de Problemas I		
Modalidad: Presencial/Virtual	Calidad: Obligatoria	Duración: Semestral
Semestre en el plan de estudios:	Pedagogía en Matemática 5to Semestre	
Trabajo académico: 6		
Horas teóricas: 2	Horas Prácticas: 2	Horas de Laboratorio: 0
Horas de otras actividades: 2		

### II.- DESCRIPCIÓN.

Asignatura teórico-práctica de carácter obligatorio que permite al estudiante conocer, aplicar y desarrollar habilidades y actitudes relativas al Pensamiento Computacional para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el quehacer profesional.

Esta asignatura contribuye al logro de la siguiente competencia del perfil de egreso:

1. Demostrar dominio de la Matemática a nivel intermedio lo cual se expresa en el dominio del lenguaje y el uso del razonamiento matemático que le permita explicar la demostración de resultados fundamentales, en la resolución de problemas y en el modelamiento de situaciones en diferentes contextos.
2. Diseñar situaciones y estrategias didácticas coherentes con el Currículum escolar para que los estudiantes de distintos contextos educativos: comprendan la matemática, valoren su aporte a la sociedad del conocimiento, construyan conocimiento matemático y desarrollen habilidades cognitivas superiores.
3. Diseñar situaciones didácticas que incorporen herramientas actualizadas de la informática para que los estudiantes visualicen, construyan y validen el conocimiento matemático.
4. Diseñar, ejecutar y comunicar con rigor científico investigaciones educativas de proyecciones pedagógicas, producto de trabajos en equipos inter y transdisciplinarios.

### **III.- RESULTADO DE APRENDIZAJES ESPERADOS.**

- R1. Identificar y caracterizar los elementos teóricos que componen el Pensamiento Computacional.
- R2. Contextualizar el Pensamiento Computacional dentro y fuera del currículum de matemáticas de tercero y cuarto medio.
- R3. Utilizar técnicas de resolución de problemas aplicados a problemas que requieran la asistencia de un elemento tecnológico avanzado.
- R4. Diferenciar entre actividades enchufadas y desenchufadas.
- R5. Diseñar actividades didácticas que fomenten las habilidades y actitudes del Pensamiento Computacional.

### **IV.- CONTENIDOS.**

1. Teoría del Pensamiento Computacional.
  - Introducción al Pensamiento Computacional y su contribución a la apropiación de las Tecnologías de la Información y Comunicación.
  - Origen, definición, características y elementos asociados al Pensamiento Computacional.
  - Taxonomía del Pensamiento Computacional.

2. El Pensamiento Computacional en la propuesta Ministerial.
  - Bases curriculares y enfoque educativo.
  - El Pensamiento Computacional fuera de la asignatura de Matemáticas.
3. Praxis del Pensamiento Computacional en el sistema escolar.
  - El Pensamiento Computacional y la resolución de problemas.
  - Orientaciones pedagógicas, didácticas y metodológicas.
  - Pensamiento Computacional en el contexto de actividades desenchufadas y enchufadas.

#### **V.- METODOLOGÍA.**

- Clases Expositivas.
- Aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas.

#### **VI.- EVALUACIÓN.**

- Trabajos prácticos.
- e-Portafolio.
- Evaluaciones formativas.



#### **VII.- BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO.**

##### **Bibliografía Básica:**

1. Zapata-Ros, M. (2020). El pensamiento computacional, una cuarta competencia clave planteada por la nueva alfabetización. En J. M. García & S. García (eds), *Tecnologías en (y para) la educación. Capítulo 9.* (pp. 171-209). FLACSO Uruguay.
2. Ministerio de Educación (2019). *Bases Curriculares 3° y 4° medio.* Unidad de Currículum y Evaluación. [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-91414\\_bases.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-91414_bases.pdf)

##### **Bibliografía Complementaria:**

1. Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky U. (2015). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology.* 25(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>

2. Yadav, A., Stephenson, C. & Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(3), 55-62. <https://doi.org/10.1145/2994591>

### VIII.- SYLLABUS.

Semana	Actividad	Responsable	Trabajo académico	Resultado de aprendizaje
1	Entrega de programa de asignatura y presentación de la asignatura. TIC.	Docente	4h	R1
2	Introducción al PC. Origen.	Docente	4h	
3	Características y elementos del PC. Aparición de habilidades y actitudes.	Docente	4h	
4	Definición acumulativa del PC en base a habilidades. Definición formal y discusión sobre los alcances de dicha definición.	Docente	4h	
5	Taxonomía del PC. Comparación con Bloom y habilidades del PC.	Docente	4h	
6	Bases curriculares Plan Diferenciado HC 3ro y 4to medio. Objetivos de Aprendizaje y actividades asociadas a electivos matemáticos.	Docente	4h	R2
7	Planificación de actividades didácticas acordes a los OA.	Docente	4h	R5
8	PC fuera de matemáticas. Relación con otras asignaturas del currículum.	Docente	4h	R2
9	PC y la resolución de problemas más complejos.	Docente	4h	

10	Aplicación de habilidades del PC en problemas computacionales.	Docente	4h	R3
11	Orientación didácticas y metodológicas en la resolución de problemas con el PC.	Docente	4h	R3 R4 R5
12	Introducción a actividades desenchufadas con el PC.	Docente	4h	
13	Introducción a actividades enchufadas con el PC.	Docente	4h	
14	Actividades desenchufadas y enchufadas didácticas para el desarrollo del PC.	Docente	4h	
15	Concatenación de los conceptos teóricos aprendidos y síntesis dentro de la praxis matemática del PC.	Docente	4h	R1 R2 R3 R4 R5



## 8.2. Anexo II

### Programa de Asignatura Electivo 1

**Unidad Académica Responsable:** Departamento de Metodología de la Investigación e Informática Educativa.

**Carrera a la que se imparte:** Pedagogía en Matemática

#### I.- IDENTIFICACIÓN.

<b>Nombre: Pensar, Programar y Crear para el siglo XXI</b>		
Código:	Créditos:	Créditos SCT:
Prerrequisitos: Pensamiento Computacional en Educación Matemática		
Modalidad: Presencial/Virtual	Calidad: Electiva	Duración: Semestral
Semestre en el plan de estudios:	Pedagogía en Matemática 6 Semestre en adelante	
Trabajo académico: 4		
Horas teóricas: 1	Horas Prácticas: 1	Horas de Laboratorio: 0
Horas de otras actividades: 2		

#### II.- DESCRIPCIÓN.

Asignatura teórico-práctica de carácter electivo que permite al estudiante conocer y aplicar elementos de la programación para el desarrollo del Pensamiento Computacional.

Esta asignatura contribuye al logro de la siguiente competencia del perfil de egreso:

1. Diseñar situaciones didácticas que incorporen herramientas actualizadas de la informática para que los estudiantes visualicen, construyan y validen el conocimiento matemático.
2. Diseñar, ejecutar y comunicar con rigor científico investigaciones educativas de proyecciones pedagógicas, producto de trabajos en equipos inter y transdisciplinarios.

### III.- RESULTADO DE APRENDIZAJES ESPERADOS.

- R1. Comprender y usar elementos de la programación y el pensamiento computacional para generar pensamiento algorítmico y abstracción.
- R2. Aplicar conceptos básicos de los lenguajes de programación para diseñar actividades que desarrollen habilidades asociadas al Pensamiento Computacional.

### IV.- CONTENIDOS.

#### 1. Programación en Bloque

##### Scratch Junior

- Aplicaciones

##### Scratch Avanzado

- Variables
- Operadores y expresiones
- Condicionales
- Iteraciones
- Aplicaciones



##### App Inventor

- Variables
- Operadores y expresiones
- Condicionales
- Iteraciones
- Aplicaciones

#### 2. Programación distinta a la de bloques.

##### JavaScript

- Variables
- Operadores y expresiones
- Condicionales
- Iteraciones
- Aplicaciones

## V.- METODOLOGÍA.

- Aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas.

## VI.- EVALUACIÓN.

- Trabajos prácticos.
- e-Portafolio.
- Evaluaciones formativas.

## VII.- BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO.

### Bibliografía Básica:

1. Joyanes, L. (2008). *Fundamentos de Programación. Algoritmos, estructura de datos y objetos* (4ª ed.). Editorial McGraw Hill/Interamericana de España.
2. Papadakis, S., Kalogiannakis, M., Orfanakis, V. & Zaranis, N. (2017). The Appropriateness of Scratch and App Inventor as Educational Environments for Teaching Introductory Programming in Primary and Secondary Education. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*. 12(4), 58-77. <http://doi.org/10.4018/IJWLTT.2017100106>

### Bibliografía Complementaria:

1. Zapata-Ros, M. (2015, 15 de septiembre). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital Computational Thinking: A New Digital Literacy. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46(4). <http://doi.org/10.6018/red/46/4>
2. Matthew, N. & Stones, R. (2008). *Beginning Linux® Programming* (4ª ed.). Wiley Publishing Inc.

## VIII.- SYLLABUS.

Semana	Actividad	Responsable	Trabajo académico	Resultado de aprendizaje
1	Entrega de programa de asignatura y presentación de la asignatura.	Docente	2h	

	Introducción al Scratch Básico.			R1 R2
2	Actividades didácticas con Scratch básico.	Docente	2h	
3	Manejo de variables con Scratch.	Docente	2h	
4	Operadores y expresiones de Scratch.	Docente	2h	
5	Condicionales e iteraciones en Scratch.	Docente	2h	
6	Aplicaciones de Scratch en el aula escolar.	Docente	2h	
7	Manejo de variables con App Inventor.	Docente	2h	
8	Operadores y expresiones de App Inventor.	Docente	2h	
9	Condicionales e iteraciones en App Inventor.	Docente	2h	
10	Aplicaciones de App Inventor en el aula escolar.	Docente	2h	
11	Manejo de variables con JavaScript.	Docente	2h	
12	Operadores y expresiones de JavaScript.	Docente	2h	
13	Condicionales en JavaScript.	Docente	2h	
14	Iteraciones en JavaScript.	Docente	2h	
15	Aplicaciones de JavaScript en el aula escolar.	Docente	2h	

### 8.3. Anexo III

## Programa de Asignatura Electivo 2

**Unidad Académica Responsable:** Departamento de Metodología de la Investigación e Informática Educativa.

**Carrera a la que se imparte:** Pedagogía en Matemática

### I.- IDENTIFICACIÓN.

<b>Nombre: La Praxis matemática en el mundo digital</b>		
Código:	Créditos:	Créditos SCT:
Prerrequisitos: Pensamiento Computacional en Educación Matemática 527104 Cálculo Diferencial e Integral 527109 Geometría I 523219 Estadística		
Modalidad: Presencial/Virtual	Calidad: Electiva	Duración: Semestral
Semestre en el plan de estudios:	Pedagogía en Matemática 6 Semestre en adelante	
Trabajo académico: 4		
Horas teóricas: 1      Horas Prácticas: 1      Horas de Laboratorio: 0 Horas de otras actividades: 2		

### II.- DESCRIPCIÓN.

Asignatura práctica de carácter electivo que permite al estudiante conocer y aplicar elementos de la programación para el desarrollo del Pensamiento Computacional en proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática.

Esta asignatura contribuye al logro de la siguiente competencia del perfil de egreso:

1. Diseñar situaciones y estrategias didácticas coherentes con el Currículum escolar para que los estudiantes de distintos contextos educativos: comprendan la matemática, valoren su aporte a la sociedad del conocimiento, construyan conocimiento matemático y desarrollen habilidades cognitivas superiores.

2. Diseñar situaciones didácticas que incorporen herramientas actualizadas de la informática para que los estudiantes visualicen, construyan y validen el conocimiento matemático.
3. Diseñar, ejecutar y comunicar con rigor científico investigaciones educativas de proyecciones pedagógicas, producto de trabajos en equipos inter y transdisciplinarios.

### **III.- RESULTADO DE APRENDIZAJES ESPERADOS.**

- R1. Analizar situaciones didácticas que involucren los conceptos de derivadas e integrales en contextos matemáticos utilizando herramientas tecnológicas avanzadas.
- R2. Analizar situaciones didácticas basadas en la vida cotidiana que requieran el uso de probabilidades y estadística descriptiva.
- R3. Analizar situaciones didácticas que apliquen conceptos de la geometría 3D en otros contextos, como la arquitectura y las artes.
- R4. Evaluar el aporte del Pensamiento computacional en el currículum de la matemática escolar en el contexto educativo.

### **IV.- CONTENIDOS.**

Asignaturas que conforman los electivos de matemáticas en el Plan Diferenciado Humanista-científico.

1. “Límites, Derivadas e Integrales” y sus implicancias.
2. “Probabilidades y Estadística Descriptiva e Inferencial” y sus conclusiones.
3. “Geometría 3D” y su aplicabilidad.
4. “Pensamiento Computacional y Programación” y su aporte a la matemática.

### **V.- METODOLOGÍA.**

- Aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas
- Discusión analítica.

### **VI.- EVALUACIÓN.**

- Trabajos prácticos.
- e-Portafolio.

## VII.- BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE APOYO.

### Bibliografía Básica:

1. Ministerio de Educación (2019). *Bases Curriculares 3° y 4° medio*. Unidad de Currículum y Evaluación. [https://www.curriculumnacional.cl/614/articulos-91414\\_bases.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articulos-91414_bases.pdf)
2. Yadav, A., Gretter, S., Good, J. & McLean, T. (2017). Computational Thinking in Teacher Education. *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking*. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1\\_13](http://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_13)

### Bibliografía Complementaria:

1. Lastra, L. R. & Mardones E. E. (2019). *Diseño e implementación de estrategias didácticas desenchufadas para el desarrollo del Pensamiento Computacional en alumnos de 5.º año de Educación Básica*. [Tesis de maestría, Universidad de Concepción]. Research Gate. [https://www.researchgate.net/publication/336303383\\_Disenio\\_e\\_implementacion\\_de\\_estrategias\\_didacticas\\_desenchufadas\\_para\\_el\\_desarrollo\\_del\\_Pensamiento\\_Computacional\\_en\\_alumnos\\_de\\_5\\_ano\\_de\\_Educacion\\_Basica](https://www.researchgate.net/publication/336303383_Disenio_e_implementacion_de_estrategias_didacticas_desenchufadas_para_el_desarrollo_del_Pensamiento_Computacional_en_alumnos_de_5_ano_de_Educacion_Basica)

## VIII.- SYLLABUS.

Semana	Actividad	Responsable	Trabajo académico	Resultado de aprendizaje
1	Entrega de programa de asignatura y presentación de la asignatura. Introducción a asignatura electiva “Límites, Derivadas e Integrales”.	Docente	2h	R1
2	Revisión de actividades planteadas en asignatura “Límites, Derivadas e Integrales”.	Docente	2h	
3	Planificación de situaciones problemáticas relativas a la asignatura	Docente	2h	

	“Límites, Derivadas e Integrales” y el PC.			
4	Discusión analítica de actividades didácticas relativas a la asignatura “Límites, Derivadas e Integrales”.	Docente	2h	
5	Introducción a asignatura electiva “Probabilidades y Estadística Descriptiva e Inferencial”.	Docente	2h	R2
6	Revisión de actividades planteadas en asignatura “Probabilidades y Estadística Descriptiva e Inferencial”.	Docente	2h	
7	Planificación de situaciones problemáticas relativas a la asignatura “Probabilidades y Estadística Descriptiva e Inferencial” y el PC.	Docente	2h	
8	Discusión analítica de actividades didácticas relativas a la asignatura “Probabilidades y Estadística Descriptiva e Inferencial”.	Docente	2h	
9	Introducción a asignatura electiva “Geometría 3D”.	Docente	2h	
10	Revisión de actividades planteadas en asignatura “Geometría 3D”.	Docente	2h	R3
11	Planificación de situaciones problemáticas relativas a la asignatura “Geometría 3D” y el PC.	Docente	2h	
12	Discusión analítica de actividades didácticas relativas a la asignatura “Geometría 3D”.	Docente	2h	
13	Revisión de actividades planteadas en asignatura	Docente	2h	

	“Pensamiento Computacional y Programación”.			R4
14	Planificación de situaciones problemáticas relativas a la asignatura “Pensamiento Computacional y Programación”.	Docente	2h	
15	Recapitulación e impacto del PC en las bases curriculares del Plan Diferenciado HC de 3ro y 4to medio gracias a la práctica y diseño de situaciones didácticas.	Docente	2h	



#### 8.4. Anexo IV

### Pauta de Diseño Proyecto Interdisciplinario

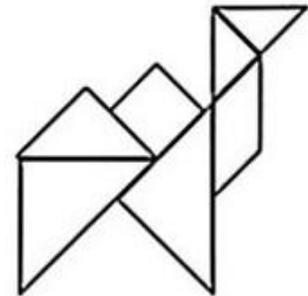
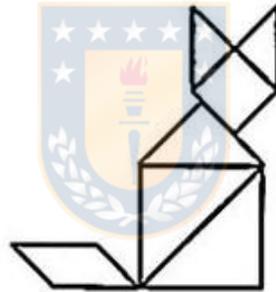
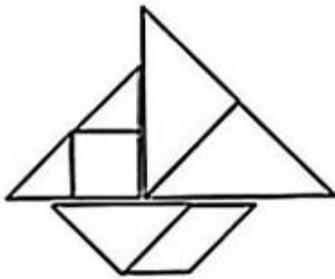
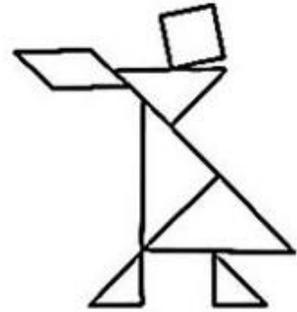
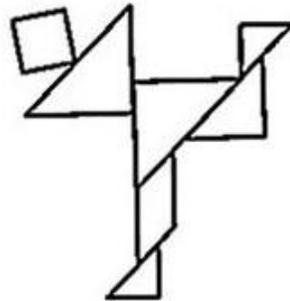
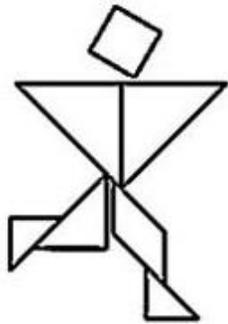
DISEÑO DEL PROYECTO	
Nombre	
Duración	
Asignatura	
Resumen del proyecto	
Problemática central	
Objetivos de Aprendizaje	
Habilidades y/o actitudes del PC implicadas	
Desafío para resolver	
Productos	
Recursos por utilizar	
Etapas	

Cronograma	
Notas	



8.5. Anexo V

Soluciones Tangram





```

        nodoHistorial.textContent = historialLetrasUsuario.join(' ');
    }
    function comprobarLetraUsuario() {
        let letraUsuario = nodoLetra.value;
        nodoLetra.value = '';
        nodoLetra.focus();
        for (const [posicion, letraAdivinar] of palabraAdivinar.entries()) {
            if (letraUsuario == letraAdivinar) {
                palabraMostrar[posicion] = letraAdivinar;
            }
        }

        if (!palabraAdivinar.includes(letraUsuario)) {
            numIntentos -= 1;
            historialLetrasUsuario.push(letraUsuario);
        }
        acabarJuego();
        dibujarJuego();
    }
    function comprobarPulsadoEnter(evento) {
        if (evento.code == 'Enter') {
            comprobarLetraUsuario();
        }
    }
}

function acabarJuego() {
    if (!palabraMostrar.includes('_')) {
        alert('Has ganado!!!');
        location.reload(true);
    }
    if (numIntentos == 0) {
        alert('Has Perdido!!! Era: ' + palabraAdivinar.join(' '));
        location.reload(true);
    }
}
nodoBoton.addEventListener('click', comprobarLetraUsuario)
;
nodoLetra.addEventListener('keyup', comprobarPulsadoEnter)
;

```

```
        prepararJuego();
    });
</script>
</head>

<body>
    <input id="letra" type="text" placeholder="Dame una letra" maxlength="1">
    <button id="boton">Comprobar</button>
    <div id="resultado"></div>
    <h2>Intentos</h2>
    <div id="intentos"></div>
    <h2>Historial</h2>
    <div id="historial"></div>
</body>
</html>
```

