

**INFLUENCIA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL
EN LAS HABILIDADES COGNITIVAS PROPIAS DE LOS
MÉTODOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**



AUGUSTO RAMIRO BRUGÉS ROMERO

Trabajo de Grado como requisito para optar por el título de Magister
en Educación

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
METODOLOGÍA VIRTUAL
PAMPLONA**

2021

**INFLUENCIA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL
EN LAS HABILIDADES COGNITIVAS PROPIAS DE LOS
MÉTODOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**



AUGUSTO RAMIRO BRUGÉS ROMERO

Asesor

PH. D. Yadira del Pilar Camperos Villamizar

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
METODOLOGÍA VIRTUAL
PAMPLONA
2021**

Dedicatoria

A Dios,

a mis hijos,

a mi esposa,

a mi madre y hermanos

que son el engranaje perfecto para mi desarrollo personal y profesional.

Agradecimientos

A mi Universidad de Pamplona, a la Facultad de Educación, al programa de Maestría en Educación - Modalidad Virtual, a su director Doctor Germán Amaya Franky y a todos sus docentes, en especial a la Doctora Yadira del Pilar Camperos Villamizar, por guiarme con paciencia, dedicación y esmero.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| EL PROBLEMA | 14 |
| Descripción del Problema | 14 |
| Formulación del Problema | 17 |
| Justificación | 17 |
| Objetivos | 19 |
| Objetivo General | 19 |
| Objetivos Específicos | 19 |
| MARCO REFERENCIAL..... | 21 |
| Antecedentes Investigativos..... | 21 |
| Antecedentes Internacionales. | 22 |
| Antecedentes Nacionales. | 27 |
| Marco Teórico..... | 29 |
| El Constructivismo. | 29 |
| Aprendizaje Significativo. | 32 |
| Pensamiento Computacional. | 36 |
| Habilidades Cognitivas. | 46 |
| Métodos para la Solución de Problemas. | 51 |
| Marco Conceptual..... | 56 |
| Pensamiento Computacional..... | 56 |
| Habilidades Cognitivas..... | 58 |
| Métodos de resolución de problemas | 59 |
| Marco Contextual..... | 60 |
| Marco Legal | 62 |
| Constitución política de Colombia | 62 |
| Otras Normas..... | 63 |
| METODOLOGÍA..... | 65 |
| Naturaleza de la Investigación | 65 |
| Diseño de Investigación | 65 |
| Informantes | 66 |

| | |
|--|------------|
| Fases de la Investigación | 67 |
| Definición de Categorías | 69 |
| Técnicas de recolección de información | 70 |
| Prueba Diagnóstica y Prueba Validadora. | 70 |
| La observación participante. | 72 |
| Entrevista Semiestructurada..... | 72 |
| Validación de Instrumentos | 74 |
| PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS | 80 |
| Prueba Diagnóstica | 80 |
| Observación Desarrollo Prueba Diagnóstica | 83 |
| Entrevista Diagnóstica a Estudiantes | 90 |
| Prueba Validadora | 96 |
| Observación Desarrollo Prueba Validadora | 98 |
| Entrevista Validadora a Estudiante | 103 |
| Entrevista a Docentes | 107 |
| Triangulación de los Resultados | 112 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 127 |
| CONCLUSIONES | 130 |
| REFERENCIAS | |
| ANEXOS | |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Niveles Cognitivos Según Bloom..... | 48 |
| Tabla 2. Método de Resolución de problemas según Polya | 53 |
| Tabla 3. Técnicas Para la comprensión de los Problemas | 54 |
| Tabla 4. Algunos Heurísticos de la Solución de Problemas | 55 |
| Tabla 5. Normatividad que Rige la Formación en Universidades en Colombia | 63 |
| Tabla 6. Universo e Informantes..... | 67 |
| Tabla 7. Categorías de Análisis | 69 |
| Tabla 8. Habilidad por Pregunta | 71 |
| Tabla 9. Asociación de la Acción por Nivel..... | 73 |
| Tabla 10. Clasificación de la Pregunta por Nivel | 74 |
| Tabla 11. Tabulación Validación Instrumento Entrevista | 76 |
| Tabla 12. Tabulación Validación Instrumento Prueba | 78 |
| Tabla 13. Resultados Prueba Diagnóstica Programación I..... | 81 |
| Tabla 14. Resultados Prueba Diagnóstica Programación II..... | 81 |
| Tabla 15. Resultados por Habilidad - Diagnóstico | 82 |
| Tabla 16. Observación Prueba Diagnóstica | 84 |
| Tabla 17. Entrevista Diagnóstico..... | 90 |
| Tabla 18. Resultados Prueba Validadora | 97 |
| Tabla 19. Resultados por Habilidad Prueba Validadora..... | 97 |
| Tabla 20. Observación Prueba Diagnóstica | 99 |
| Tabla 21. Entrevista Validación..... | 103 |
| Tabla 22. Entrevista a Docentes..... | 107 |
| Tabla 23. Categorías según análisis | 113 |
| Tabla 24. Triangulación Categoría Habilidad – Cognitiva..... | 114 |
| Tabla 25. Triangulación Categoría Habilidad - MetaCognitiva / Computacional..... | 117 |
| Tabla 26. Triangulación Categoría Solución de Problemas – Desarrollo Mental | 120 |
| Tabla 27. Triangulación Categoría Solución de Problemas – Metodología..... | 122 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Dimensiones del aprendizaje según Ausubel. | 34 |
| Figura 2. Descomposición de Problemas..... | 44 |
| Figura 3. Componentes del pensamiento computacional | 57 |
| Figura 4. Pasos en la solución de problemas según Polya..... | 59 |
| Figura 5. Fases de la Investigación..... | 67 |
| Figura 6. Relación Categorías de Análisis | 125 |

LISTADO DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Validación Instrumentos Expertos | 139 |
| Anexo 2. Prueba Diagnóstica..... | 145 |
| Anexo 3. Entrevista Diagnóstica..... | 151 |
| Anexo 4. Resultados Prueba Diagnóstica | 153 |
| Anexo 5. Prueba Validadora | 154 |
| Anexo 6. Entrevista Validadora | 158 |
| Anexo 7. Resultados prueba validadora..... | 159 |
| Anexo 8. Entrevista a Docentes | 160 |

RESUMEN

El desarrollo de software se ha convertido en un aspecto fundamental en la formación de ingenieros y se ha establecido como una competencia diferenciadora al momento de acceder al campo laboral; sin embargo, su aprendizaje no es una tarea fácil y muchos estudios apuntan a que el principal inconveniente se encuentra en la debilidad cognitiva de los estudiantes para resolver problemas, lo cual es un problema recurrente en otras áreas de formación, por lo que se hace necesario fortalecer la comprensión, el análisis, la síntesis y la evaluación a nivel general.

Desde esta perspectiva, se planteó una investigación con un enfoque cualitativo y diseño fenomenológico, cuyo objetivo principal estaba en analizar la influencia del pensamiento computacional, desarrollado a través del aprendizaje de la programación, en el mejoramiento de las habilidades cognitivas propias de los métodos de resolución de problemas. Los informantes de la investigación fueron 10 estudiantes y 3 docentes del curso de programación I y II en el periodo 2021-I, y utilizó como técnicas de recolección de información pruebas al iniciar y al finalizar el curso, la observación participante y la entrevista semiestructurada.

Los resultados de los instrumentos aplicados evidenciaron que los estudiantes presentan problemas de comprensión e interpretación, así como desconocimiento de conceptos básicos que obstaculizaron el correcto planteamiento de soluciones a los problemas presentados en las pruebas iniciales. En la prueba diagnóstica la mayoría de los estudiantes obtuvieron bajos resultados, lo que indica que existen deficiencias para solucionar problemas, ya que los elementos del pensamiento computacional son aplicados de manera mínima y los aciertos obedecen más a procesos mentales de orden inferior como memoria, observación y comparación. Los resultados de la prueba final y el análisis de los demás instrumentos aplicados muestran que la adquisición de conocimientos sobre programación mejoró las habilidades de abstracción y análisis;

aumentaron la creatividad; incluyeron elementos de diseño, planificación y seguimiento; desarrollaron la metacognición, la síntesis y la evaluación.

La presente investigación arrojó como resultado que el desarrollo del pensamiento computacional le permite al estudiante mejorar la forma en que resuelve los problemas, adquiriendo habilidades cognitivas y metacognitivas para utilizar nuevos métodos y estrategias que generan alternativas de solución más creativas, ágiles y eficientes. El uso adecuado del conocimiento y los elementos adquiridos en torno al pensamiento computacional y el aprendizaje de la programación, así como la mejora de habilidades asociadas al análisis y la comprensión, permiten optimizar la forma en que solucionan problemas.

Palabras Claves: Pensamiento Computacional, habilidad cognitiva, método, solución de problemas, aprendizaje, programación, lenguaje de programación, abstracción.

ABSTRACT

Software development has become a fundamental aspect in the training of engineers and has been established as a differentiating competence at the time of accessing the labor field; however, its learning is not an easy task and many studies suggest that the main drawback is in the cognitive weakness of students to solve problems, which is a recurring problem in other formation areas, it is necessary to strengthen understanding, analysis, synthesis and evaluation at a general level.

From this perspective, a research with a qualitative approach and phenomenological design was proposed, whose main objective was to analyze the influence of computational thinking, developed through the learning of programming, in the improvement of cognitive skills of problem solving methods. The informants of the research were 10 students and 3 teachers of the programming I and II course in the period 2021-I, and used as information collection techniques tests at the beginning and end of the course, participant observation and semi-structured interview.

The results of the applied instruments showed that students present problems of understanding and interpretation, as well as lack of knowledge of basic concepts that hindered the correct approach of solutions to the problems presented in the initial tests. In the diagnostic test, the majority of students obtained low results, which indicates that there are deficiencies to solve problems, since the elements of computational thinking are applied in a minimal way and the correct answers are more due to mental processes of inferior order such as memory, observation and comparison. The results of the final test and the analysis of the other instruments applied show that the acquisition of programming knowledge improved abstraction and analysis skills; increased

creativity; included elements of design, planning and monitoring; developed metacognition, synthesis and evaluation.

The present research obtained as a result that the development of computational thinking allows students to improve the way they solve problems, acquiring cognitive and metacognitive skills to use new methods and strategies that generate more creative, agile and efficient solution alternatives. The proper use of the knowledge and elements acquired around computational thinking and programming learning, as well as the improvement of skills associated with analysis and understanding, allow optimizing the way they solve problems.

Keywords: Computational Thinking, cognitive ability, method, problem solving, learning, programming, programming language, abstraction.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Descripción del Problema

Aunque son múltiples los factores que se han identificado al interior de los cursos de programación, en cuanto a la dificultad que tienen los estudiantes para apropiarse los conceptos relacionados con los lenguajes de programación y su diagnóstico puede resultar aún más complejo, se puede mencionar que la deficiencia en la formación lógica y analítica del estudiante, la apatía por el aprendizaje de los contenidos, la poca comprensión lectora, la debilidad de los conocimientos básicos previos, la incapacidad de correlación y deducción y algunas veces, los errores metodológicos de enseñanza, son las principales causas de los malos resultados en los cursos de programación, sin embargo, algunos estudios previos que se relacionan a continuación, permiten inferir que el problema principal puede radicar en la debilidad cognitiva de los estudiantes para resolver problemas, de allí el planteamiento que surge en ésta investigación de desarrollar el pensamiento computacional como herramienta para mejorar dichas habilidades.

Soloway afirma que:

Los docentes de los cursos introductorios de programación son conscientes que enseñar la semántica y la sintaxis de un lenguaje de programación no es suficiente para el aprendizaje de la programación, se considera de mayor importancia fortalecer habilidades para solucionar problemas, la idea es lograr que el aprendiz pueda transferir lo aprendido en programación a otras situaciones de resolución de problemas, no sólo como una habilidad vocacional, sino como un vehículo para aprender la resolución efectiva de problemas. (Santimateo, Nuñez, & González, 2018, p. 14).

Insuasty (2016), menciona en su artículo Problemas de Enseñanza y Aprendizaje de los Fundamentos de Programación que: “Ciertas habilidades cognitivas son relevantes al momento del aprendizaje de los fundamentos de programación, tales como la capacidad de abstracción, una buena aptitud lógico-matemática y la facilidad para la resolución de problemas de orden algorítmico” (Insuasty, 2016, p. 235). Con esto se entiende que existen habilidades de pensamiento que, de no haber sido desarrolladas previamente, se constituyen en factores negativos para el aprendizaje. Entre las habilidades de pensamiento se destacan: la capacidad de abstracción, la facilidad de análisis (descomposición en partes), la destreza para la síntesis (la re-composición de un todo) siendo todas ellas habilidades cognitivas fundamentales en la resolución de problemas (Insuasty, 2016).

Zuñiga, Rosas, Fernández y Guerrero (2104) en su artículo “El Desarrollo del Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas en la Enseñanza Inicial de la Programación” mencionan que los estudiantes deben desarrollar una gran variedad de habilidades, más allá de la memorización de sentencias que permitan codificar, pues antes de escribir un código se requiere entender un problema, es decir, abstraer, modelar y analizar, con el fin de plantear soluciones acordes a las necesidades. Desde esta perspectiva, el estudiante deberá desarrollar habilidades genéricas adicionales que contribuyan al mejoramiento de la metodología usada para la resolución de problemas.

En el estudio : “Dificultades de aprender a programar”, desarrollado por Fuentes y Moo (2017) en el Instituto Tecnológico Superior Progreso, de Yucatán, México, se encontró como conclusión que la mayoría de los estudiantes pudieron describir los ejercicios solicitados con sus propias palabras, es decir, entendieron el enunciado del problema, lo que se relaciona con buena comprensión lectora, sin embargo, aunque entendían el problema no lograron crear un algoritmo

para resolverlo, es decir, no pudieron solucionar el problema. Otro de los inconvenientes observados en los estudiantes, es la incapacidad de modularización del problema, es decir, al no lograr dividir el problema en subproblemas, no consiguen establecer los pasos necesarios para llegar a una solución completa. También se ha observado que los estudiantes plantean la solución a través de un algoritmo, que al final es representado en líneas de código, pero dicho algoritmo no da solución al problema, lo que permite inferir que las dificultades las tienen desde la etapa del análisis (Fuentes y Moo, 2017).

Cuando los estudiantes de ingeniería se enfrentan al estudio de la programación deben acceder de cierta manera a un nivel de deducción y raciocino superior, requiriendo habilidades cognitivas especiales que les permitan realizar un análisis abstracto de lo que puede ser la realidad, sobrepasando los procedimientos cognitivos memorísticos y repetitivos comunes, propios de otros contenidos. Al no poder relacionar directamente los elementos que ofrecen los lenguajes de programación con la realidad, el estudiante es incapaz de proponer y desarrollar soluciones computacionales acordes a los problemas dados y de representar, mediante las estructuras de control propias de los lenguajes de programación, situaciones reales.

Lo anterior ha ocasionado que un alto porcentaje de los estudiantes que matriculan el curso de programación no se sientan a gusto con los contenidos, se frustren y lo abandonen antes de finalizar o que sencillamente no logren aprobarlo, situación que aumenta los indicadores de deserción que tanto han afectado el objetivo misional de nuestra Universidad. Por tal motivo poder transformar la enseñanza de la programación, con alternativas de aprendizaje que le permitan al estudiante apropiarse de los conocimientos del curso y explotar sus habilidades cognitivas, se ha convertido en un reto para los docentes.

Formulación Del Problema

¿Cómo influye el pensamiento computacional en el mejoramiento de las habilidades cognitivas propias de los métodos de resolución de problemas de los estudiantes de programación de la facultad de ingeniería de la Universidad de Pamplona?

Justificación

Actualmente los sistemas de información y en general los programas de computador han sido pieza fundamental en el desarrollo de la sociedad, pues han aportado a la solución de problemas y al manejo de la información en tiempo real, de allí que la programación de sistemas trascienda a los conocimientos relacionados con un ámbito específico y se muestre como una competencia altamente atractiva que le permite al profesional conformar grupos interdisciplinarios para desarrollar herramientas tecnológicas que propendan por el crecimiento de las instituciones y las personas.

Una de las competencias que la industria demanda para los futuros ingenieros, independiente de su área de especialidad, es la escritura de programas para computador, a través de los cuales sea capaz de sistematizar sus ideas ya sea para simular sus interpretaciones e hipótesis o para crear soluciones informáticas. Para fortalecer esta competencia en los futuros profesionales, los estudiantes de la facultad de ingeniería de la Universidad de Pamplona, deben matricular en los primeros semestres de su plan de estudios al menos un curso de programación, el cual busca y está diseñado específicamente para brindarle a los estudiantes todos los elementos necesarios que le permitan analizar y construir sistemas que simulen situaciones reales de aplicaciones informáticas.

Es importante saber que aprender a programar, no solo es memorizar un conjunto de palabras y símbolos para escribirlos de manera adecuada, la programación requiere de una habilidad

especial para la solución de problemas, teniendo en cuenta que cada problema obedece a un planteamiento particular y que cada programador puede abordarlo de manera diferente, dependiendo de su capacidad de análisis y síntesis. Es por ello que se deben buscar alternativas en las estrategias aplicadas para la enseñanza y aprendizaje de la programación, haciendo uso por ejemplo de la gamificación, la programación visual, la robótica educativa, los software diseñados para la enseñanza de la programación, el pensamiento computacional, las aplicaciones móviles, los efectos de la zona de confort, el enfoque constructivista de desarrollo de proyectos, entre otras, de manera que se puedan obtener conclusiones sobre su respectiva eficiencia y efectividad en el aprendizaje de la programación (Santimateo, Núñez, González, 2018).

Durante años de estudios, se han desarrollado múltiples alternativas que propenden por una mejor comprensión de los contenidos de los cursos de programación y se han aplicado muchas de las teorías del aprendizaje con el fin de mejorar su enseñanza y así obtener profesionales mejor formados en el área de programación. Desde la psicología, donde inicialmente se dan estos aportes, los trabajos sobre aprendizaje se han desarrollado mayormente sobre los modelos cognitivos y conductistas, sin embargo, dichos modelos han ido en decadencia al encontrar los esquemas constructivistas como alternativa.

El aporte del constructivismo en las estrategias utilizadas para la enseñanza de la programación se refleja en las investigaciones sobre cognición situada, que desde la década de los ochenta buscan identificar y categorizar el aprendizaje. De allí se han trabajado diferentes influencias que han permitido decantar la forma como los estudiantes pueden adquirir el conocimiento. Una de las teorías utilizadas recientemente en diferentes instituciones para fomentar y mejorar la capacidad de análisis, síntesis y de abstracción propias de la resolución de problemas es el pensamiento computacional (Wing, 2011) y puede ser este enfoque el que permita al

estudiante de ingeniería de la Universidad de Pamplona mejorar sus habilidades para apropiarse del conocimiento del curso de programación y en general los métodos para resolver problemas.

Es así como este estudio pretende mostrar el pensamiento computacional como una alternativa para el desarrollo y mejoramiento de las habilidades cognitivas en la solución de problemas de índole tecnológico, que permitan fortalecer en los estudiantes las capacidades propias para plantear soluciones a través de algoritmos que sean llevados con éxito a un lenguaje de programación, disminuyendo con ello, el índice de deserción y la pérdida del curso, lo que beneficiará a los estudiantes al generarles una formación integral que potencia las posibilidades laborales en este mundo mediado por las tecnologías de la información y sus sistemas.

Objetivos

Objetivo General.

- ✓ Analizar la influencia que tiene el pensamiento computacional en el mejoramiento de las habilidades cognitivas propias de los métodos de resolución de problemas de los estudiantes de programación de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Pamplona.

Objetivos Específicos.

- ✓ Identificar y caracterizar los aspectos que conforman el pensamiento computacional.
- ✓ Determinar las habilidades cognitivas que desarrollan los estudiantes de programación al resolver problemas que involucran programas de computador.
- ✓ Establecer la manera en que se relacionan los elementos del pensamiento computacional y las habilidades cognitivas que poseen los estudiantes de programación

al momento de dar solución a los problemas que involucran herramientas computacionales

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes Investigativos

Con el fin de conocer investigaciones relacionadas con el tema objeto de estudio, se han realizado diferentes consultas bibliográficas que permiten revisar el estado del arte actual en relación con referentes nacionales e internacionales, lo cual servirá como suministro para el desarrollo de la misma y permitirá contrastar los resultados obtenidos en esta investigación con los ya existentes.

En el ámbito internacional se encontraron diferentes tipos de trabajos investigativos sobre el pensamiento computacional, su uso en la resolución de problemas y la importancia de la programación en su desarrollo, trabajos que se han desprendido de la conceptualización realizada por la doctora Jeannette M. Wing en 2006 y que debido al auge de los sistemas computacionales ha sido relevante en la actualidad. Muchos de estos trabajos fueron desarrollados con estudiantes que cursan programas que tienen relación con el área computacional.

En el ámbito nacional son pocos los estudios encontrados respecto al tema, tal vez por su relativa juventud, sin embargo, se referencian dos trabajos en los cuales se ha utilizado el pensamiento computacional como herramienta para mejorar las habilidades cognitivas de estudiantes de primaria y secundaria, así como un estudio que describe las capacidades que requiere un docente para ayudar a desarrollar el pensamiento computacional en estudiantes de media técnica.

Antecedentes Internacionales.

Como primer referente se presenta el estudio realizado por Michel Voskoglou y Sherley Buckley, de la escuela de computación de la Universidad de Sudáfrica, presentado en 2012 y resumido en el artículo “Problem Solving and Computers in a Learning Environment” publicado en la revista Egyptian Computer Science.

En dicha investigación se presentan conceptualizaciones respecto a la solución de problemas, el pensamiento crítico y el pensamiento computacional, la relación entre estos y cómo pueden influenciar en la metodología de solución de problemas. Además, presenta sendos experimentos sobre la aplicación del pensamiento computacional en estudiantes del instituto de educación tecnológica (TEI por sus siglas en inglés) de Patras, Grecia.

El artículo menciona que el proceso de solución de problemas es un proceso cognitivo, y que la capacidad de pensamiento es proporcional a la complejidad del problema a solucionar, en el cual se necesita de un pensamiento crítico previo para dar alternativas de solución. Como los conceptos son adquiridos a través de la abstracción y se establecen redes que conectan dichos conceptos, la adquisición de un nuevo concepto requiere de un espacio en la estructura cognitiva preexistente, sin embargo, los problemas relacionados con temas tecnológicos requieren formas de pensar diferente, por lo cual se introduce el concepto de pensamiento computacional como una forma de pensamiento pragmático que busca mejorar los procesos cognitivos relacionados con la solución de problemas. Definen en este estudio el pensamiento computacional como un tipo de pensamiento analítico que emplea el pensamiento matemático y de ingeniería para comprender y resolver problemas complejos dentro de las limitaciones del mundo real.

Una de las conclusiones más relevantes y que evidencia la importancia que tiene este estudio para la actual investigación tiene relación con el aprendizaje de la programación. El

estudio concluye que, aunque los estudiantes deberían primero desarrollar el pensamiento computacional para luego abordar cursos de programación, la mejor manera de desarrollar el pensamiento computacional es a través del aprendizaje de la programación. Otra de las conclusiones relacionadas con el caso de estudio específico, muestra una fuerte indicación que el uso de las computadoras es una herramienta propicia para mejorar las habilidades que tienen los estudiantes para la resolución de problemas de cualquier índole, sobre todo de aquellos que requieren de modelos matemáticos específicos. El aporte del estudio a la presente investigación se encuentra, entonces, en el resultado concluyente sobre la importancia que tiene el pensamiento computacional (PC) como elemento necesario para la solución de problemas de tipo tecnológico.

Otro de los estudios internacionales revisados y que aportan argumentación valedera para plantear que la estrategia metodológica utilizada en los cursos de programación es fundamental para la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos del curso se plasma en el artículo “Estrategia metodológica de la enseñanza de la programación para la permanencia de los alumnos de primer año de Ingeniería Electrónica” de los autores Arellano, Fernández, Rosas y Zuñiga de la Universidad de San Luis, en Argentina, artículo publicado en la revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE y ET) en junio de 2014. Dicho artículo describe las bondades de las estrategias relacionadas con la metodología de la solución de problemas (incluyendo el pensamiento computacional), como experiencia obtenida en el primer curso de programación que reciben los alumnos de primer año en la carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, de la Universidad Nacional de San Luis.

El estudio indica que existen diferentes metodologías de resolución de problemas, dentro de las que se encuentra el método heurístico definido por el matemático Polya (1957), citado por

Arellano et al. (2014, p.55), el cual consiste fundamentalmente en comprender, analizar, planear, ejecutar y revisar, permitiendo expresar el problema de una manera simple que se pueda solucionar. Otra metodología sugerida y que tiene su asiento en la era digital es el pensamiento computacional, el cual define el autor como “una habilidad que se encuentra al alcance de todos y que es el resultado de un proceso que permite la solución de problemas caracterizado por organizar los datos de manera lógica para su análisis, representar datos mediante abstracciones, formular soluciones a problemas computacionales y automatizarlas algorítmicamente. Los avances tecnológicos han ampliado significativamente la capacidad de resolución de los problemas y, por lo tanto, los estudiantes no sólo necesitan aprender sino practicar nuevas habilidades como la del pensamiento computacional que les permitirá aprovechar el potencial generado por los rápidos avances en las TIC’s” (Arellano, Fernández, Rosas y Zuñiga, 2014, p. 31).

Para concluir, el estudio indica que la formación del pensamiento computacional en la resolución de problemas se puede utilizar como estrategia de excelentes resultados con el fin de desarrollar en los alumnos del curso de programación habilidades que estimulen la formación del pensamiento crítico y el desarrollo de la creatividad, resultado que da un indicio fuerte de lo que se puede obtener en la presente investigación y como la estrategia asociada al pensamiento computacional puede contribuir a mejorar los procesos cognitivos de los estudiantes del curso de programación en la Universidad de Pamplona.

Continuando con la revisión de los antecedentes internacionales, se relaciona el artículo “Experiences in Learning Problem-Solving through Computational Thinking” de los autores Fernández, Zúñiga, Rosas y Guerrero (2018), publicado en la revista *Computer Science & Technology*. Dicho trabajo se enfoca en describir dos alternativas diferentes con el fin de poder incluir el pensamiento computacional como estrategia para la resolución de problemas. Las

alternativas, aunque buscan como objetivo lo mismo, difieren en la población objeto pues un grupo está compuesto por estudiantes admitidos en el 2017 a programas relacionados con las ciencias computacionales de la facultad de ciencias físico matemáticas, con una muestra poblacional de 40 estudiantes que iniciaron el curso, de los cuales 22 lo finalizaron; mientras que el otro grupo está compuesto por solo 21 participantes, tanto docentes como estudiantes de nivel medio de la Universidad Nacional de San Luis, que no tienen nada que ver con las ciencias computacionales. El objetivo principal del estudio es evidenciar que el pensamiento computacional se puede usar como medio para mejorar el proceso de resolución de problemas basado en habilidades cognitivas de descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones y algoritmos.

Los resultados de las experiencias planteadas en el estudio aportan elementos de valor a la actual investigación, ya que evidencian la importancia de incluir el pensamiento computacional en el aprendizaje de la resolución de problemas en diferentes áreas. Además, se evidencia la necesidad de contar con un curso introductorio en modalidad obligatoria en aquellas carreras que tengan materias relacionadas con la resolución de problemas computacionales y/o programación durante el primer año de su plan de estudio.

Otro estudio correspondiente a la misma institución argentina y de los autores Zuñiga, Rosas, Fernández y Guerrero (2017), publicado en el artículo “El Desarrollo del Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas en la Enseñanza Inicial de la Programación”, argumenta que el principal obstáculo que tienen los estudiantes de programación para resolver un problema no está en la construcción de instrucciones elementales, tal como se ha mencionado en el planteamiento del problema de esta investigación, sino que la principal dificultad radica en el desarrollo de habilidades propias involucradas en la solución de problemas. Por ello el objetivo del estudio en mención es promover nuevas propuestas didácticas que permitan el desarrollo de

dichas habilidades, y busca abrir nuevas posibilidades acerca de las prácticas docentes que aporten a la enseñanza de la programación.

El estudio plantea dentro de sus líneas de acción aplicar nuevos modelos de enseñanza aprendizaje, técnicas como la programación por pares y el trabajo colaborativo, entre otros, para favorecer el desarrollo del pensamiento computacional con el propósito de abordar los problemas y plantear las soluciones factibles, lo cual respalda las premisas de la investigación actual en cuanto a que se cree necesario modificar la forma de enseñar los contenidos del curso, valiéndose de herramientas y estrategias innovadoras que permitan potenciar las habilidades que tiene el estudiante para la resolución de problemas. Por ello el objetivo del estudio en mención es promover nuevas propuestas didácticas que permitan el desarrollo de dichas habilidades, y busca abrir nuevas posibilidades acerca de las prácticas docentes que aporten a la enseñanza de la programación, constituyéndose en un aporte importante en el momento de validar los resultados de la presente investigación y generar criterios para establecer el pensamiento computacional como actor clave en los procesos de enseñanza de los futuros ingenieros.

El siguiente referente internacional se encuentra en el estudio denominado “Evaluación de habilidades del pensamiento computacional para predecir el aprendizaje y retención de estudiantes en la asignatura de programación de computadoras en educación superior” de los autores Rojas y García (2020), publicado en la Revista de Educación a Distancia en 2020.

El objetivo del estudio se centró en establecer el diagnóstico de las habilidades del pensamiento computacional de estudiantes que inician el curso de programación en la Universidad Tecnológica de Puebla – México y cuáles de dichas habilidades favorecen el aprendizaje de la programación. Los resultados de la investigación se relacionan entonces con la evaluación de los elementos del pensamiento computacional en los estudiantes y las competencias que estos

adquieren y mejoran una vez finalizado el curso. El estudio concluye que algunos elementos asociados al pensamiento computacional, como el pensamiento algorítmico, son desarrollados por los estudiantes durante el desarrollo del curso y son considerados como una fortaleza. Otra conclusión estuvo en recalcar la debilidad que tiene el estudiante al momento de generalizar las soluciones, descomponer el problema y con la resolución de expresiones algebraicas básicas, elementos que corresponden al nivel del conocimiento y de análisis (Rojas y García, 2020).

Se espera que los resultados del estudio sirvan como elemento de comparación para la presente investigación en cuanto a la determinación de las habilidades que utilizan y adquieren los estudiantes al momento de enfrentar problemas y plantear sus soluciones una vez desarrollan el pensamiento computacional.

Antecedentes Nacionales.

El primer referente nacional que se revisó corresponde al estudio de Mauricio Pérez Palencia (2017), titulado “El pensamiento computacional para potenciar el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución creativa de problemas” y tiene como objetivo principal evaluar la introducción del pensamiento computacional en estudiantes de la línea del técnico de programación y su impacto en las habilidades cognitivas de los estudiantes para la solución de los problemas.

Dicha investigación se llevó a cabo en las instituciones educativas Rafael Núñez y Luis Villafañe Pareja, de los corregimientos San Andrés y Martín Alonso, del Municipio de Córdoba, Departamento de Bolívar. Se utilizó un grupo experimental y un grupo de control, ambos del grado octavo, el grupo A de 27 estudiantes y el grupo B de 25 estudiantes. El diseño metodológico parte de la intención de medir la incidencia de una variable independiente (Pensamiento computacional)

en otra dependiente (resolución creativa de problemas), considerando también la disposición de grupos objetos de estudio previamente conformados. Se aborda un diseño cuasi-experimental con un grupo experimental y otro de control.

En la discusión final el autor planteó que resulta válida y pertinente la intención de la investigación al concebir la resolución de problemas como una vía apropiada para la potenciación de habilidades resolutivas y creativas en los estudiantes y toma el pensamiento computacional como el camino adecuado para el desarrollo de dichas habilidades, principalmente las de resolución de problemas. Finalmente, el resultado del estudio concluye que teniendo en cuenta los resultados asociados a los instrumentos aplicados se puede determinar que la intervención pedagógica diseñada según parámetros metodológicos coherentes con el desarrollo del pensamiento computacional permitió el desarrollo habilidades del pensamiento relacionadas con la resolución creativa de problemas en estudiantes de básica secundaria.

El aporte del trabajo relacionado a la investigación actual radica en que el estudio muestra el pensamiento computacional como una herramienta de innovación pedagógica que potencializa las habilidades apalancadas en los avances tecnológicos, lo cual apoya la teoría planteada como alternativa de solución para esta investigación la cual se espera corroborar al final de la misma. Además, todos estos productos del proceso de investigación son aspectos de especial relevancia en lo relacionado con la resolución creativa de problemas y su privilegiada relación con la programación de computadoras.

Un segundo referente nacional se encontró en manos de Vásquez Giraldo (2104), en su trabajo para optar por el título de magister en ingeniería con énfasis en educación y denominado “Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento computacional basado en educación STEM para la media técnica en desarrollo de software”. El objetivo principal de la investigación

es documentar el estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y en la educación STEM alrededor del mundo, pensado para desarrollar el pensamiento computacional en los estudiantes de la media técnica de la Alianza Futuro Digital Medellín (AFDM), con el fin de plantear una propuesta del perfil docente que se requiere para desarrollar pensamiento computacional.

El estudio concluye respecto al pensamiento computacional que es una conceptualización vanguardista, desarrollada en el siglo XXI y como consecuencia del avance en las tecnologías de la información y comunicación y que el desarrollo de este tipo de habilidad le va a permitir al profesional ser competitivo, por ello la importancia de incluirse en los diferentes planes de estudio. Este resultado nos anima a ahondar en el desarrollo de la presente investigación pues es evidente la necesidad de incluir el pensamiento computacional dentro de los planes de estudio, además el estudio indica que en la revisión realizada son pocos los estudios a nivel nacional y local, razón por la cual el trabajo actual presentado puede aportar de manera significativa a la inclusión de este como elemento diferenciador en la región.

Marco Teórico

El Constructivismo.

Aunque en la actualidad son muchas las corrientes, teorías y metodologías que se encuentran para interpretar la forma como el individuo adquiere y desarrolla el conocimiento, tal como el asociacionismo que se basa en los conocimientos ya adquiridos o como el racionalismo que se basa en la experiencia a partir del contacto con el entorno, en el caso del pensamiento computacional debemos iniciar nuestro estudio con el constructivismo, pues es una teoría que

equidista de las dos anteriores, ofreciendo una mirada más integrada de la forma como el individuo puede desarrollar habilidades que le den las herramientas para solucionar problemas.

Terceros (2019) menciona en su artículo programación creativa: pensamiento computacional y constructivismo, que “Pensar el desarrollo del pensamiento computacional no es posible sino es a partir de un proceso constructivista enlazado con la tecnología, mediante el enfoque de problemáticas de las estudiantes ricas en contexto, donde el conocimiento del problema es tan necesario como las herramientas de solución, generando un entorno dinámico para la reflexión, la creatividad.” (Terceros, 2019, p.122)

Definido como una teoría epistemológica, el constructivismo fue desarrollado por Jean Piaget y tomó como influencia pensadores del siglo XVIII como Vico, aunque también se encuentran elementos más recientes tomados de Kant, Marx o Darwin, con el fin de analizar la forma en que adquirimos y transformamos el conocimiento.

En esta teoría, Jean Piaget pretendía mostrar cómo se forma y se desarrolla el conocimiento y como éste cambia a estados de mayor elaboración, además de indicar cuáles son los procesos que tienen lugar en el sujeto para que este adquiriera nuevos conocimientos. Para Piaget, todos tenemos algunas capacidades generales innatas, sin embargo, otras se van desarrollando a medida que el sujeto construye su inteligencia y su conocimiento sobre la realidad, lo anterior lo desarrolla actuando sobre su entorno, experimentando con los objetos y las situaciones, transformándolos (Delval, 2001).

Como menciona Granja (2015), “desde el punto de vista constructivista, se puede pensar que el aprendizaje se trata de un proceso de desarrollo de habilidades cognitivas y afectivas, alcanzadas en ciertos niveles de maduración. Este proceso implica la asimilación y acomodación lograda por el sujeto, con respecto a la información que percibe. Se espera que esta información

sea lo más significativa posible, para que pueda ser aprendida. Este proceso se realiza en interacción con los demás sujetos participantes, ya sean compañeros y docentes, para alcanzar un cambio que conduzca a una mejor adaptación al medio” (Granja, 2015, p. 99).

Del constructivismo se desprendieron otras corrientes que contravinieron o reforzaron la teoría planteada por Piaget, de las cuales es pertinente para el presente trabajo mencionar:

- El aprendizaje social de Vygotsky. Se fundamenta en el aprendizaje como resultado de la interacción del individuo con el entorno. En esta teoría y para su creador toma relevancia el concepto de zona de desarrollo próximo que no es más que la relación que existe entre lo que se puede aprender autónomamente y lo que se podría aprender mediante la instrucción de otro sujeto. Es aquí donde se lleva a cabo la adquisición de nuevas habilidades que el ser humano pone a prueba en otros contextos.
- El aprendizaje significativo de Ausubel. En esta teoría se asume que el individuo relaciona su conocimiento con uno adquirido previamente y que en dicho proceso el nuevo conocimiento es perdurable. Este proceso combina aspectos lógicos, cognitivos y afectivos. El aspecto lógico implica que el material que va a ser aprendido debe tener una cierta coherencia interna que favorezca su aprendizaje. El aspecto cognitivo toma en cuenta el desarrollo de habilidades del pensamiento y el procesamiento de la información y el aspecto afectivo tiene en cuenta las condiciones emocionales, tanto de los estudiantes como del docente, que favorecen o entorpecen el proceso de formación (Granja, 2015, p. 98).

Desde el ámbito educativo, en el constructivismo se pueden identificar cuatro posturas (Araya, Alfaro y Andonegui, 2007) dentro de las cuales el desarrollo de habilidades cognoscitivas

y el desarrollo intelectual son de particular importancia para el tema acá tratado, por tal motivo se describen a continuación:

- La postura de desarrollo intelectual con énfasis en los contenidos científicos, sostiene que el conocimiento científico es un excelente medio para el desarrollo de las potencialidades intelectuales si los contenidos complejos se hacen accesibles a las diferentes capacidades mentales y a los conocimientos previos de los estudiantes. Se advierten dos corrientes dentro de esta postura: aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje significativo. Entre los representantes de ellas se menciona a Ausubel y Bruner, aunque este último no sólo ha desarrollado teoría en torno al aprendizaje por descubrimiento, sino que últimamente ha derivado hacia posturas más cercanas al constructivismo social y la psicología narrativa.
- La postura de desarrollo de habilidades cognoscitivas plantea que lo más relevante en el proceso de aprendizaje es el desarrollo de tales habilidades y no los contenidos. La enseñanza debe centrarse en el desarrollo de capacidades para observar, clasificar, analizar, deducir y evaluar, prescindiendo de los contenidos, de modo que una vez alcanzadas estas capacidades pueden ser aplicadas a cualquier tópico (Araya, Alfaro, y Andonegui, 2007, p. 90).

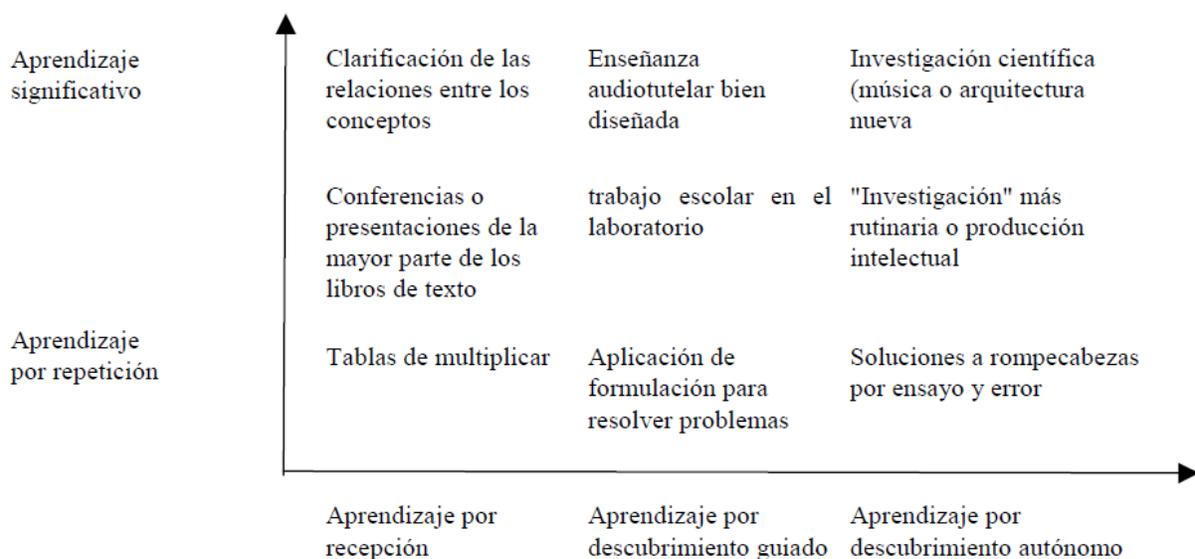
Aprendizaje Significativo.

El aprendizaje significativo es una propuesta realizada en la segunda mitad del siglo XX por el psicólogo David Ausubel en el cual el postulado principal establece que el sujeto aprende gracias a lo que descubre.

Dentro de las teorías cognitivas del aprendizaje elaboradas desde posiciones organicistas, la propuesta por Ausubel es especialmente interesante tras la exposición de la teoría de Vygotsky, ya que está centrada en el aprendizaje producido en un contexto educativo, es decir en el marco de una situación de interiorización o asimilación, a través de la instrucción. Pero además la teoría de Ausubel se ocupa específicamente de los procesos de enseñanza / aprendizaje de los conceptos científicos a partir de los conceptos previamente formados por el individuo en su vida cotidiana. En la terminología de Vygotsky diríamos que Ausubel desarrolla una teoría sobre la interiorización o asimilación, a través de la instrucción, de los conceptos verdaderos, que se construyen a partir de conceptos previamente formados o descubiertos por el individuo en su entorno. Además, al igual que otras teorías organicistas – o verdaderamente constructivistas – “Ausubel pone el acento de su teoría en la organización del conocimiento de estructuras y en las reestructuraciones que se producen debido a la interacción entre esas estructuras presentes en el sujeto y la nueva información” (Pozo, 1989, p. 201).

Pero a diferencia de otras posiciones organicistas, como la de Piaget o la propia Gestalt, Ausubel cree, al igual que Vygotsky, que para que su reestructuración se produzca se precisa de una instrucción formalmente establecida que presente de modo organizado y explícito la información que debe desequilibrar las estructuras existentes. La distinción entre el aprendizaje y la enseñanza es precisamente el punto de partida de la teoría de Ausubel (Pozo, 1989).

Ausubel considera que toda situación de aprendizaje, sea escolar o no, puede analizarse conforme a dos dimensiones, que constituyen los ejes horizontales y verticales que se representan en la figura 1. Cada uno de estos dos ejes corresponde a uno continuo (Pozo, 1989).

Figura 1*Dimensiones del aprendizaje según Ausubel*

Nota. Tomado de Teorías Cognitivas del Aprendizaje. J.I Pozo 1989

El continuo vertical corresponde al tipo de aprendizaje realizado por el alumno, es decir, los procesos mediante los cuales codifica, transforman y retiene la información e iría del aprendizaje meramente memorístico y repetitivo al aprendizaje meramente significativo. El continuo horizontal se refiere a la estrategia de instrucción planificada para fomentar ese aprendizaje, que iría de la enseñanza puramente receptiva en la que el docente expone de manera explícita lo que el alumno debe aprender a la enseñanza basada exclusivamente en el descubrimiento espontáneo por parte del alumno, predominante en la vida exterior pero también presente en la escuela ya sea en forma de investigación, en el laboratorio o más frecuentemente en la solución de problemas (Pozo, 1989).

Un aprendizaje es significativo cuando puede incorporarse a las estructuras del conocimiento que posee el sujeto, es decir cuando el nuevo material adquiere significado para el

individuo a partir de su relación con conocimientos anteriores. Para ello es necesario que el material que debe aprenderse posea un significado en sí mismo, es decir, que haya una relación no arbitraria o simplemente asociativa entre sus partes. Pero es necesario, además, que el alumno disponga de los requisitos cognitivos necesarios para asimilar ese significado.

El modelo de enseñanza ausubeliano exige cuatro momentos (Rojas, 2001):

- En primer lugar, una interacción intensa entre el maestro y los estudiantes.
- Luego de la presentación inicial se piden ideas y respuestas de los estudiantes, con énfasis en la ejemplificación.
- Seguidamente se observa una exposición deductiva, los conceptos generales o inclusivos se presentan en primer lugar y los específicos se derivan de ello.
- Finalmente, se debe respetar la secuencia. En definitiva, destaca que lo más importante que influye en el aprendizaje significativo es el estado de la estructura cognoscitiva de la persona en el momento del aprendizaje.

Ausubel supone que el conocimiento se organiza en la persona en estructuras jerárquicas donde los conceptos subordinados se incluyen bajo conceptos supraordinados de niveles superiores. La estructura cognoscitiva proporciona un andamiaje que favorece la retención e interpretación de la información.

El aporte de la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel a este trabajo investigativo está centrado principalmente en la adquisición de nuevos conocimientos, proceso que se desarrolla a partir de las estructuras mentales previas y teniendo como catalizador el aprendizaje basado en problemas, de los que se necesitan habilidades cognitivas de nivel superior. Al enfocar el proyecto en la modalidad de pregrado los estudiantes que intervienen en el proceso de enseñanza – aprendizaje tienen adquiridos los conocimientos de preescolar, educación básica primaria, básica

secundaria y educación media los cuales son la base para la adquisición de nuevos conocimientos. Cada individuo trae en su haber una estructura cognitiva mecánica la cual comprende un conjunto de conceptos, ideas y formas que están estructuradas desde la niñez. Se espera que la construcción del nuevo conocimiento permita al estudiante vincular las nuevas experiencias a su estructura mental de manera que el aprendizaje sea significativo para que este a su vez genere nuevas estructuras cognoscitivas que, posteriormente y de una manera cíclica, serán reestructuradas convirtiéndose en conocimiento antiguo base para la formación de uno nuevo conocimiento elevando la motivación del estudiante y manteniéndolo cognitivamente innovador en su proceso de enseñanza aprendizaje.

Pensamiento Computacional.

Los orígenes del pensamiento computacional se remiten al término utilizado por la doctora Jeannette M. Wing, directora del instituto de ciencia de datos de la Universidad de Columbia y consultora informática de la Universidad de Carnegie Mellon, en un artículo publicado en la revista *Communications of the ACM* en marzo de 2006, revista que recopila múltiples recursos en pro de apoyar la investigación y la práctica de la informática. Dicho artículo pretendía dar un acercamiento a las ventajas que tenía que las personas pensarán como informáticos, sin tener necesariamente que ser expertos en el área.

Aunque existen varios intentos por precisar con claridad el término desde diferentes enfoques, ubicamos inicialmente la definición dada por la doctora Wing (2011), a quien se le reconoce como la precursora del concepto, la cual estableció el pensamiento computacional (PC de acá en adelante) como “el proceso del pensamiento que involucramos en la solución de

problemas para que las soluciones planteadas puedan ser llevadas a cabo por un agente de procesamiento de información” (Wing, 2011).

Dicho procesamiento de información, mencionado por la doctora Wing en su definición sobre PC, no necesariamente debe estar supeditado a una máquina, dicha solución puede ser llevada a cabo por un humano o el conjunto humano – máquina. También, los problemas a solucionar no deben estar limitados a modelos matemáticos definidos, de hecho, se puede aplicar a cualquier tipo de problema de la vida real que se pueda analizar, modelar y solucionar.

Una síntesis del concepto la encontramos en el artículo El Debate Sobre el Pensamiento Computacional, en el cual los autores definen el PC como “un conjunto de habilidades y destrezas (herramientas mentales), habituales en los profesionales de las ciencias de la computación, pero que todos los seres humanos deberían poseer y utilizar para resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano”. Para ellos, el PC debería formar parte de la educación de todo ser humano (Adell, Llopis, Esteve y Valdeolivas, 2019, p. 173).

Para atender otras definiciones respecto al PC, el comité para el trabajo sobre el pensamiento computacional (Committee for the Workshops on Computational Thinking) recopiló en un documento varias de las definiciones acotadas por sus participantes, las cuales se relacionan a continuación (National Research Council, 2010).

- ✓ David Moursund, junto con otros participantes, relacionaron el pensamiento computacional con el pensamiento procesual, pues permite aplicar un conjunto de instrucciones (procedimiento) de manera efectiva y mecánicamente para que pueda ser llevado a cabo por un equipo automatizado sea cual fuere.

- ✓ Peter Lee incluyó en la definición del PC el estudio de los mecanismos de inteligencia humana que pueden producir soluciones prácticas, semejando los procesos mentales en lo que él considera inteligencia artificial.
- ✓ Bill Wulf sugirió que mientras otras áreas de la ciencia se centran en modelar y/o representar objetos físicos, el PC se centra en procesos y fenómenos abstractos que se pueden procesar.
- ✓ Dor Abrahamson relacionó el pensamiento computacional con el uso de los símbolos propios de la computación para articular el conocimiento específico y proyectar el conocimiento implícito del ser humano, de manera que se puedan administrar los procesos que resulten de los esfuerzos intelectuales de dicho conocimiento.
- ✓ Gerald Sussman definió el pensamiento computacional como una forma de formular métodos precisos para hacer las cosas. El pensamiento computacional se trata de análisis rigurosos y procedimientos para lograr una tarea definida de manera eficiente
- ✓ Edward Fox definió el pensamiento computacional como "lo que los humanos hacen al acercarse al mundo [es decir, su estructura, paradigma, filosofía o lenguaje], considerando procesos, manipulando representaciones digitales (y [meta] modelos)" (Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking, 2010. p.12), y por lo tanto todos los humanos ya involucran en cierta medida el pensamiento computacional su vida diaria. Enfatizó la noción de manejar y manipular abstracciones intangibles para propósitos de resolución de problemas en el núcleo del pensamiento computacional.
- ✓ Robert Constable evitaría las definiciones estáticas del pensamiento computacional; en lugar de un conjunto finito de habilidades y procesos de pensamiento, el pensamiento computacional es una lista abierta y creciente de conceptos que refleja la naturaleza

dinámica de la tecnología y el aprendizaje humano, y que combina elementos de todo las descripciones del pensamiento computacional esbozadas anteriormente como "automatizar procesos intelectuales" y "estudiar procesos de información", entre otros.

Como se pudo ver en las definiciones anteriores, todos los participantes coinciden en definir el PC como una colección de herramientas y conceptos mentales asociados a la ciencia de la computación que ayudan a la gente a solucionar problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano.

Adicional al grupo de trabajo del comité antes mencionado y a la definición que ha dado la doctora Wing, se han elaborado otras definiciones respecto el PC, por ejemplo, la visión que tiene Denning (2017) sobre la importancia de las abstracciones que suponen los “modelos computacionales”; “las redes neuronales, las máquinas de reducción lógica, el aprendizaje profundo en inteligencia artificial o el análisis de datos son ejemplos de modelos computacionales actuales. La computación es un proceso que se define en términos de un modelo computacional y, por tanto, el pensamiento computacional es el proceso de pensamiento por el que se formulan problemas de tal manera que sus soluciones puedan ser representadas como pasos computacionales y algoritmos dentro de un modelo computacional dado. Cuando se diseña un algoritmo, lo que se diseña es una manera de controlar cualquier máquina que implemente dicho modelo en orden a que ésta produzca el efecto deseado en el mundo” (Denning, 2017, p. 35). Otra definición se encuentra en 2012 y es aportada por Aho en la que expresa que el pensamiento computacional “son los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas para que sus soluciones puedan representarse como pasos y algoritmos computacionales” (Aho, 2012, p. 832).

Para finalizar la definición del pensamiento computacional se resalta la importancia que propone la doctora Wing en cuanto al uso de las habilidades de abstracción y las técnicas de

resolución de problemas utilizados por los científicos e ingenieros de la computación para que estas se enseñen y apliquen en otras disciplinas o actividades de la vida cotidiana (Zapotecatl, 2018, p. 4). La doctora Wing sugiere y resalta que el pensamiento computacional debe verse como un puente entre la ciencia y la ingeniería, una metaciencia sobre el estudio de formas o métodos de pensamiento que son aplicables en las diferentes disciplinas (National Research Council, 2010, p.12).

Componentes y Características del Pensamiento Computacional.

Integrantes del comité para el desarrollo del pensamiento computacional (Committee for the Workshops on Computational Thinking) han coincidido en que el PC debería entenderse como una habilidad fundamental comparable con la lectura, la escritura, la expresión oral y la aritmética, que tienen como propósito describir y explicar problemas. Dicho de otra manera, el pensamiento computacional es comparable con las habilidades cognitivas básicas que se espera que tenga una persona promedio en esta era tecnológica (National Research Council, 2010).

Entonces, el objetivo del PC es desarrollar sistemáticamente las habilidades del pensamiento de orden superior, como el razonamiento abstracto, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, con base en los conceptos de la computación, además, potenciar el aprovechamiento del poder de cálculo que tienen las computadoras actualmente para innovar y volverlo una herramienta científica. (INAOE - Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, CAPÍTULO 1, pensamiento computacional).

La mayoría de autores y grupos de trabajo sobre el pensamiento computacional coinciden en incluir tres términos como base fundamental del pensamiento computacional: proceso del pensar, la abstracción y la descomposición (Selby & Woollard, 2013).

Wing (2006), citado por Shute et al. (2017), afirma que el pensamiento computacional no solo es pensar como computadora, sino aplicar los procesos cognitivos necesarios para poder solucionar un problema de manera eficiente y creativa (Shute, Sun, Asbell-Clarke, 2017, p.7).

Dichos procesos incluyen:

1. Reformulación: Reformule un problema en uno solucionable y familiar.
2. Recursión: Construya un sistema incrementalmente basado en la información anterior.
3. Descomposición: Dividir el problema en problemas más pequeños y manejables.
4. Abstracción: Modele los aspectos centrales de problemas o sistemas complejos.
5. Pruebas sistemáticas: Tome medidas útiles para obtener soluciones.

Para la doctora Wing (2006), el PC permite utilizar la abstracción, los patrones y la descomposición para dividir tareas demasiado complejas o grandes en partes más pequeñas, eligiendo la representación adecuada para cada una de manera que se pueda hacer más manejable. La descomposición, el reconocimiento de patrones y la abstracción como habilidades propias de la computación aplicadas en el pensamiento computacional, permiten usar, modificar e influir de manera segura en el todo, comprendiendo cada uno de los detalles (Wing, 2006).

Román (2016), en su tesis doctoral *Codigoalfabetización y Pensamiento Computacional en Educación Primaria y Secundaria*, referencia las ideas fundamentales del pensamiento computacional según la Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos (National Science Foundation) de la siguiente manera:

- i. “El pensamiento computacional es una actividad humana creativa.
- ii. La abstracción (uno de los elementos constitutivos, sino el central, del pensamiento computacional) reduce-elimina la información y detalles irrelevantes para focalizarse en los conceptos relevantes a la hora de entender y resolver un problema.

- iii. Los datos y la información facilitan la creación de conocimiento.
- iv. Los algoritmos son herramientas para desarrollar y expresar soluciones a problemas computacionales.
- v. Programar es un proceso creativo que produce artefactos-objetos computacionales.
- vi. Los dispositivos y sistemas digitales, y las redes que los interconectan, posibilitan y potencian una aproximación computacional a la resolución de problemas.
- vii. El pensamiento computacional permite la innovación en otros campos, incluyendo las ciencias naturales, ciencias sociales, humanidades, artes, medicina, ingeniería, y negocios.” (Román, 2016, p. 146)

Para la International Society for Technology in Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association (CSTA) el pensamiento computacional incluye las siguientes características:

- i. “Formular problemas de una manera que nos permita usar una computadora y otras herramientas para ayudar a resolverlos.
- ii. Organizar y analizar datos de manera lógica
- iii. Representar datos a través de abstracciones como modelos y simulaciones
- iv. Automatizar soluciones a través del pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados)
- v. Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objetivo de lograr la combinación más eficiente y efectiva de pasos y recursos
- vi. Generalizar y transferir este proceso de resolución de problemas a una amplia variedad de problemas” CSTA & ISTE (2015).

Pensamiento Crítico.

Uno de los componentes del PC es el pensamiento crítico. Zapotecatl (2018), en su libro *Introducción al pensamiento computacional: conceptos básicos para todos*, cita a la Fundación para el Pensamiento Crítico para definir el pensamiento crítico como: “el modo de pensar (sobre cualquier tema, contenido o problema) en el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales” (Zapotecatl, 2018, p. 6). Coincide en su definición con la doctora Jeannette Wing y establece que este se refuerza y se desarrolla dentro del Pensamiento Computacional con conceptos como la abstracción y la descomposición y aplicado a cualquier área. Cuando una persona utiliza el pensamiento computacional, piensa de manera crítica: tiene un propósito claro; cuestiona de manera constructiva la información, las conclusiones y los puntos de vista; se empeña en ser claro, exacto, preciso y relevante; y busca profundizar con lógica e imparcialidad (Zapotecatl, 2018).

Descomposición.

La descomposición se refiere a aquella propiedad que permite dividir un problema en problemas más pequeños, de manera que cada uno sea lo más independiente posible.

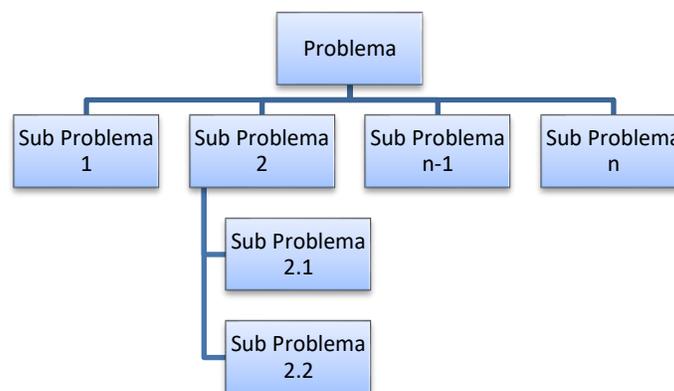
En términos de programación, se busca que cada módulo, función o segmento descompuesto o modularizado tenga alta cohesión, refiriéndose este término a la capacidad de realizar una tarea concreta; y que tenga bajo acoplamiento, entendiendo este como la medida de la iteración con los demás componentes del sistema.

En los métodos de resolución de problemas, una de las estrategias para alcanzar el objetivo que se desea lograr es dividir el problema en sus partes. Paso a paso se divide el problema principal en subproblemas de menor complejidad, para ser resueltos por separado.

En general un problema complejo puede ser resuelto de manera más fácil y eficiente si se divide en problemas más pequeños y concentrándonos en cada etapa en la solución de ese subproblema. Esto implica que el gran problema original será resuelto por medio de varios módulos, cada uno de los cuales se encarga de resolver un problema más pequeño o menos complejo.

Figura 2

Descomposición de Problemas



Nota. Fuente Propia

Reconocimiento de Patrones.

Un patrón se define como algo que puede ser utilizado como guía para ser reproducido, copiado o imitado. El reconocimiento de patrones permite percibir las similitudes o diferencias que ayudan a simplificar la escritura de programas de computador y es por ello un aspecto importante en el diseño de algoritmos y en los métodos de resolución de problemas. El concepto está ligado en un alto porcentaje a la abstracción, pues la capacidad que tiene el individuo para abstraer permitirá que el patrón identificado sea altamente replicable en el modelo planteado.

Abstracción.

Para la R.A.E., la palabra abstraer hace referencia a la “separación por medio de alguna operación un rasgo o una cualidad de algo para analizarlo individualmente”. En programación, la abstracción la podemos entender como el filtro que le aplicamos a un problema determinado para quedarnos con lo esencial, eliminando aquello que es complejo y no determinante para la solución de un problema. En términos de Grove (2013), la abstracción es aquel proceso que permite identificar un modelo para generalizarlo a partir de una instancia determinada (Grover & Pea, 2013).

Según Zapotecatl (2018), la abstracción consta de dos fases importantes, la generalización y la eliminación de los detalles. La generalización es el proceso que permite extraer aquellas cualidades comunes de un objeto para plantear conceptos genéricos, mientras que la eliminación de los detalles permite evitar aquellas propiedades que no le den valor al objeto, dejando solo aquellas que sean relevantes. Dado que estos procedimientos pueden ser subjetivos, es el desarrollo de esta habilidad la que le permite a la persona plantear u obtener soluciones adecuadas y que se ajusten a los requerimientos de un problema específico, a esto se le llama nivel de abstracción (Zapotecatl, 2018).

De la abstracción se derivan otros conceptos fundamentales para las ciencias de la computación, entonces es donde aparecen términos como el encapsulamiento, niveles de abstracción, análisis de software o modelado. Para Serna (2011) la relación de abstracción y modelado es la más relevante pues el modelamiento ayuda a comprender y analizar los problemas grandes y complejos. Como los modelos son una simulación de la realidad que buscan comprender y mejorar el razonamiento del entorno, para crear un modelo se requiere utilizar al máximo la capacidad de abstracción (Serna,2011).

El pensamiento computacional ubica la abstracción como uno de los elementos centrales de la computación y como un componente crucial para el futuro del desarrollo científico y tecnológico. Y aunque la abstracción es una habilidad inherente a todos los seres humanos, cada individuo la aplica de forma única debido a que se desarrolla de manera diferente (Pensamiento Computacional, 2018. s.f.). Como se ha venido estableciendo, el PC está soportado en mayor medida en este tipo de habilidad, pues promueve el desarrollo de la abstracción a través del análisis, la síntesis, el modelado, la escritura de algoritmos y su representación en lenguajes de programación.

Habilidades Cognitivas.

La Real Academia Española define habilidad como la capacidad o destreza que se tiene para desempeñar alguna actividad y define cognitivo como todo aquello relacionado con el conocimiento. Entonces se yuxtaponen los dos conceptos anteriores para mencionar que una habilidad cognitiva es la capacidad intelectual que tiene un individuo para desarrollar una actividad específica, lo que le va a permitir plantear soluciones para desarrollar problemas y transformar su realidad.

En palabras de Rigney (1978), citada por Francisco Herrera (2001), las habilidades cognitivas “son entendidas como operaciones y procedimientos que puede usar el estudiante para adquirir, retener y recuperar diferentes tipos de conocimientos y ejecución ... suponen del estudiante capacidades de representación (lectura, imágenes, habla, escritura y dibujo), capacidades de selección (atención e intención) y capacidades de autodirección (autoprogramación y autocontrol)” (Herrera 2001, p. 1).

Para Burgos et al. (2013) “el pensamiento es una experiencia interna e intrasubjetiva, a través de la cual podemos abstraer, discriminar, inferir, inventar, encontrar respuestas, resolver problemas, analizar, reflexionar, lo cual se manifiesta mediante la elaboración de hipótesis, razonamiento y emisión de juicios” (Burgos, de Cleves, Márquez, 2013, p. 25). Es entonces por ello que debemos diferenciar los niveles de complejidad que podemos observar al momento de analizar las habilidades cognitivas de los individuos, encontrando procesos simples como la observación y la comparación, o procesos más complejos como el análisis, la síntesis y la abstracción.

Para Herrera (2001), las habilidades cognitivas las puede clasificar en estrategias cognitivas y meta cognitivas, que las resume de la siguiente manera:

cognitivas: Son las facilitadoras del conocimiento, aquellas que operan directamente sobre la información: recogiendo, analizando, comprendiendo, procesando y guardando información en la memoria, para, posteriormente, poder recuperarla y utilizarla dónde, cuándo y cómo convenga. En general, son las siguientes:

1. *Atención*: Exploración, fragmentación, selección y contradistractoras.
2. *Comprensión (técnicas o habilidades de trabajo intelectual)*: Captación de ideas, subrayado, traducción a lenguaje propio y resumen, gráficos, redes, esquemas y mapas conceptuales. A través del manejo del lenguaje oral y escrito (velocidad, exactitud, comprensión).
3. *Elaboración*: Preguntas, metáforas, analogías, organizadores, apuntes y mnemotecnias.
4. *Memorización/Recuperación (técnicas o habilidades de estudio)*: Codificación y generación de respuestas. Como ejemplo clásico y básico, el método leer, recitar y revisar.

metacognitivas: Son las facilitadoras de la cantidad y calidad de conocimiento que se tiene, su control, su dirección y su aplicación a la resolución de problemas o tareas.

1. *Conocimiento del conocimiento*: de la persona, de la tarea y de la estrategia.

2. *Control de los procesos cognitivos*:

2.1. *Planificación*: Diseño de los pasos a dar.

2.2. *Autorregulación*: Seguir cada paso planificado.

2.3. *Evaluación*: Valorar cada paso individualmente y en conjunto.

2.4. *Retroalimentación*: Modificar pasos erróneos hasta lograr los objetivos.

2.5. *Anticipación*: Avanzar o adelantarse a nuevos aprendizajes (Herrera, 2001, p. 3).

Para Bloom (1956), citado por Góngora (2012), el pensamiento de las personas se puede clasificar por niveles, de manera que el proceso de aprendizaje sea ordenado y se permitan definir claramente los objetivos del aprendizaje. Bloom plantea su taxonomía y divide los niveles cognitivos de las personas en tres grandes grupos (Conocimiento, Comprensión y Procesos Superiores) cada uno de ellos con características propias que determinan desarrollos de habilidades diferentes. La taxonomía sugerida por Benajmín Bloom se presenta de manera resumida en la tabla 1 (Góngora y Gema, 2012, p. 52).

Tabla 1

Niveles Cognitivos Según Bloom

| Nivele Cognitivo | Actividades de Aprendizaje |
|-------------------------|---|
| 1. Conocimiento | Memorización de hechos, datos, conceptos, definiciones |
| 2. Comprensión | Explicación y/o interpretación del significado de nueva información |

| | |
|---------------------------------|--|
| Aplicación | Utilización de un concepto o principio para resolver tareas |
| 3. Procesos Mentales Superiores | Separación de una hipótesis, ensayo o idea en sus partes para identificar interrelaciones y jerarquía de ideas |
| Análisis | Producción de juicios o conocimientos nuevos a partir de sus componentes. |
| Síntesis | Es el proceso de trabajar con fragmentos, partes, elementos, organizarlos, ordenarlos y combinarlos para formar un todo, un esquema o estructura que antes no estaba presente de manera clara. |
| Evaluación | Formulación de juicios sobre el valor de las ideas, soluciones y métodos, incluye la comparación de varios métodos de solución |

Nota. Fuente Aprendizaje Basado En Problemas, Góngora, Gema

La dificultad para procesar, recuperar, almacenar información, que incida en el desempeño intelectual de los estudiantes, se debe entre otros aspectos a la carencia de alguna de las habilidades de pensamiento expuestas anteriormente. Al desarrollar estas habilidades, se propicia un aprendizaje más perdurable, significativo y de mayor aplicabilidad en la toma de decisiones y en la solución de problemas relacionados con la cotidianidad.

Para las técnicas de solución de problemas, el individuo debe ser capaz de desarrollar y perfeccionar aquellas habilidades de nivel superior que le permitan tener las herramientas necesarias para transformar su entorno. Dentro de estas habilidades, como se mencionó anteriormente, se encuentra el análisis, la síntesis, la argumentación y la abstracción (Burgos, de Cleves, Márquez, 2013).

El pensamiento analítico implica un proceso previo de descomposición en elementos simples, así como la asociación de dichas partes y sus elementos, que le va a permitir plantear soluciones coherentes, ordenadas, claras y precisas. Principalmente su uso se encuentra en la resolución de problemas, el replanteamiento o reformulación de problemas, la reflexión, el aprendizaje de nuevas metodologías o estrategias y la toma de decisiones. Entonces, las

habilidades de este tipo de pensamiento se resumen en: auto-observación; juicio personal; inferencia o deducción; análisis lógico y conceptual.

El proceso sintético o creativo se caracteriza por la creación, identificación, planteamiento y solución divergente de problemas, lo cual implica trabajar de forma precisa, constante y exhaustiva. La síntesis es la habilidad de crear algo nuevo, esta habilidad proporciona la posibilidad de proponer alternativas de solución a problemas planteados, comparar modelos, formular modelos alternativos y proponer modelos originales entre otros aspectos. La argumentación es el proceso por el cual se fundamenta y emiten juicios de valor respecto de un material; da cuenta de un problema o fenómeno dado; razona una tesis o hipótesis con suficiencia y consistencia; extrapola un conocimiento; justifica el porqué de una proposición y articula conceptos y teorías mediante el establecimiento de relaciones (Burgos, de Cleves, Márquez, 2013).

Por su parte la Metacognición es la capacidad que tienen las personas para autorregular su propio aprendizaje, es decir, planificar qué estrategias se han de utilizar en este proceso, aplicarlas, y controlar el desarrollo del mismo; igualmente evaluarlo para detectar los aciertos y errores y de esta manera buscar nuevas acciones o situaciones de aprendizaje. Las actividades metacognitivas son los mecanismos autorregulatorios que emplea un sujeto cuando intenta resolver problemas (Burgos, de Cleves, Márquez, 2013).

Las habilidades cognitivas han permitido al hombre desde la elaboración de herramientas primitivas para manipular su entorno, hasta alcanzar las grandes proezas científicas y tecnológicas de la actualidad. Zuñiga, Rosas, Fernández y Guerrero (2014) en su artículo “El Desarrollo del Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas en la Enseñanza Inicial de la Programación” menciona que los estudiantes deben desarrollar una gran variedad de habilidades, más allá de la memorización de sentencias que permitan codificar, pues antes de escribir un código

se requiere entender un problema, es decir, abstraer, modelar y analizar, con el fin de plantear soluciones acordes a las necesidades (Zuñiga, Rosas, Fernández y Guerrero, 2014, p. 341). Desde esta perspectiva, el estudiante deberá desarrollar habilidades cognitivas adicionales que contribuyan al mejoramiento de la metodología usada para la resolución de problemas.

Métodos para la Solución de Problemas.

Se define un problema, de manera general, como cualquier situación nueva o cambiante que genera incertidumbre y que motiva a encontrar una solución. Cuando el individuo se enfrenta a situaciones de este tipo, el instinto lo lleva a plantear alternativas con el fin de obtener resultados que mejoren dicho escenario.

Un problema es una relación entre un conjunto de situaciones (entradas) y un conjunto de soluciones (salidas) que permite establecer formalmente la relación deseada entre las unas y las otras. El problema se resuelve si se obtiene al menos una solución correspondiente para cada escenario. Para resolver un problema es necesario, inicialmente, concentrarse en su especificación: definir la entrada, la salida, la relación entrada/salida, y eliminar cualquier restricción no significativa que aparte la atención del objetivo (Zapotecatl, 2018).

Los problemas se pueden clasificar desde varios criterios, la primer clasificación se encuentra según el campo del conocimiento que determina si es un problema científico o de la vida cotidiana; una segunda clasificación se establece según el tipo de tarea y si esta requiere soluciones numéricas (cuantitativas) o simplemente soluciones descriptivas (cualitativas); generalmente los problemas de tipo cuantitativos arrojan soluciones cerradas, mientras los cualitativos admiten soluciones abiertas. Según la clasificación de los problemas, el método a aplicar para su solución puede variar (Perales, 1993).

Por su parte, la palabra resolución se refiere al procedimiento, pasos y/o estrategias que se ejecutan para dar solución a dicha situación incierta, que implica la aplicación de conocimientos previos para poder solucionarlos.

Cuando se hace referencia al método para la solución de problemas se hace alusión a la selección de una estrategia a seguir para el desarrollo de los pasos que conlleven a la solución del problema, estableciendo un conjunto de lineamientos que van desde la comprensión del problema hasta la evaluación de la solución. Los métodos de resolución de problemas se han venido desarrollando a lo largo de los siglos soportados por distintas corrientes psicológicas, cada una de las cuales ha realizado su interpretación dependiendo de su orientación; en los últimos años se ha hecho énfasis para la resolución de problemas desde el marco de las ciencias exactas. A continuación, se presenta un compendio cronológico, que fue planteado en el artículo “La resolución de los problemas: una revisión estructurada” (Perales, 1993) sobre las corrientes que delimitan la solución de problemas:

- ✓ **Conductismo:** Basa el éxito en el resultado, teniendo como fundamento la observación previa. Se identifican 4 etapas: preparación, incubación, iluminación y verificación. La estrategia la sustenta en la división de problemas más pequeños.
- ✓ **Gestalt:** Se encuentra una tendencia en la división de los problemas en etapas, las cuales se irán desarrollando posteriormente para los seguidores de esta corriente la aprehensión apropiada de las partes del problema asegura que las «fuerzas de la organización» produzcan la solución.
- ✓ **Cognitivismo (Procesamiento de la Información):** La incursión de la psicología cognitiva en el análisis de la resolución de problemas viene de la mano de la creación de los primeros ordenadores electrónicos. Describen la resolución de problemas como una

interacción entre el «sistema de procesamiento de la información» del sujeto y un «ambiente de la tarea» tal como la describe el experimentador.

- ✓ **Cognitivismo (Piaget):** El individuo que accede a soluciones formales sería capaz de solucionar cualquier tipo de problema independiente de su contenido.
- ✓ **Cognitivismo (Constructivista):** Genera una relación más fuerte entre el análisis mental y la comprensión que hace el individuo sobre el problema, dándole prelación a los presaberes e independizando el problema de la estructura lógica.

Las anteriores corrientes dieron origen a uno de los métodos más conocidos actualmente para la resolución de problemas, el planteado por el matemático Polya (1945), citado por (Pozo, 1994, p.9), método que se ha considerado de aplicación general para la resolución de tareas independiente del ámbito de aplicación. La tabla 2 muestra la descripción de pasos para la solución de problemas según Polya, sin embargo, existen muchos otros métodos que siguen el enfoque numérico o matemático planteado por él (Pozo, 2014, p.25).

Tabla 2

Método de Resolución de problemas según Polya

| Paso | Descripción |
|-------------------------------|---|
| Comprender el problema | <ul style="list-style-type: none"> • <i>¿Cuál es la incógnita?, ¿Cuáles son los datos?</i> • <i>¿Cuál es la condición?, ¿Es la condición suficiente para determinar la incógnita?, ¿Es suficiente?, ¿Redundante?, ¿Contradictoria?</i> |
| Concebir un Plan | <ul style="list-style-type: none"> • <i>¿Se ha encontrado con un problema semejante?, ¿o Ha visto el problema planteado de forma ligeramente diferente?</i> • <i>¿Conoce un problema relacionado con este?, ¿Conoce algún teorema que le pueda ser útil?, Mire atentamente la incógnita y trate de recordar un problema que le sea familiar que tenga la misma incógnita o una incógnita similar.</i> • <i>He aquí un problema relacionado al suyo y que se ha resuelto ya. ¿Podría usted utilizarlo? ¿Podría utilizar su resultado?, ¿Podría emplear su método?, ¿Le haría a usted falta introducir algún elemento auxiliar a fin de poder utilizarlo?, ¿Podría enunciar el</i> |

problema en otra forma?, ¿Podría plantearlo en forma diferente nuevamente?, Refiérase a las definiciones.

- *Si no puede resolver el problema planteado trate de resolver primero un problema similar ¿Podría imaginarse un problema análogo un tanto más accesible? ¿Un problema más general?, ¿Un problema más particular?, ¿Puede resolver una parte del problema?, Considere solo una parte de la condición, descarte la otra ¿En qué medida queda ahora la incógnita determinada?, ¿en qué forma puede variar?, ¿Puede usted deducir algún elemento útil de los datos?, ¿Puede pensar en algunos otros datos apropiados para determinar la incógnita? ¿Puede cambiar la incógnita?*
- *¿Ha empleado todos los datos?, ¿Ha empleado toda la condición?, ¿Ha considerado usted todas las condiciones esenciales concernientes al problema?*

| | |
|-----------------------------|--|
| Ejecutar el Plan | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Al ejecutar su plan de la solución, compruebe cada uno de los pasos</i> • <i>¿Puede usted ver claramente que el paso es correcto? ¿Puede usted demostrarlo?</i> |
| Visión retrospectiva | <ul style="list-style-type: none"> • <i>¿Puede verificar el resultado?, ¿Puede verificar el razonamiento?</i> • <i>¿Puede obtener el resultado en forma diferente?, ¿Puede verlo de golpe?, ¿Puede emplear el resultado o el método en la solución de otro problema?</i> |

Nota. Fuente Juan Ignacio Pozo: La solución de Problemas, 1994

Según lo anterior, lo primero que se debe tener en cuenta al enfrentarse a un problema es comprender el mismo. La comprensión no solo implica entender lo que se pregunta o los conceptos y el lenguaje que involucra sino también adquirir una actitud propositiva ante una posible solución, así como asumir los posibles inconvenientes que se pueden presentar. La tabla 3 tiene una serie de recomendaciones que ayudan a comprender mejor los problemas.

Tabla 3

Técnicas Para la comprensión de los Problemas

| Técnica |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>Hacer Preguntas del siguiente tipo:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>¿Existe alguna palabra, frase o la parte de la presentación del problema que no entiendo?</i> - <i>¿Cuál es la dificultad del problema?</i> - <i>¿Cuál es la meta?</i> - <i>¿De qué datos parto?</i> - <i>¿Conozco algún problema similar?</i> • <i>Volver a Plantear el problema en sus propios términos</i> |

- *Explicar a los compañeros en que consiste el problema*
- *Cambiar el formato de presentación del problema (utilizar gráficas, dibujos, etc.)*
- *Cuando es muy general, concretar el problema en ejemplos*
- *Cuando es muy específico, tratar de generalizar el problema*

Nota. Fuente Juan Ignacio Pozo: La solución de Problemas, 1994

Una vez que se ha entendido lo que se debe hacer, Polya plantea que la siguiente etapa para lograr una solución es preparar un plan. Los planes y objetivos que se plantan para la solución del problema se denominan estrategias o heurísticos mientras que los procedimientos que se requieren para transformar las entradas se denominan reglas, algoritmos u operaciones (Pozo, 1994, p. 11). La tabla 4 muestra algunos de las estrategias que se puede aplicar para la solución de problemas.

Tabla 4

Algunos Heurísticos de la Solución de Problemas

| Descripción |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>Realizar búsquedas por medio del ensayo - error</i> • <i>Aplicar análisis medios - fines</i> • <i>Dividir el problema en sub problemas</i> • <i>Establecer submetas</i> • <i>Descomponer el problema</i> • <i>Buscar problemas semejantes</i> • <i>Ir de lo conocido a lo desconocido</i> |

Nota. Fuente Juan Ignacio Pozo: La solución de Problemas, 1994

Una vez se establece la carta de navegación, el paso siguiente es ejecutarlo. Este paso consiste en transformar el planteamiento inicial a través de reglas o algoritmos. Es claro que durante la ejecución del plan se puede hacer necesario redefinir algunos planteamientos iniciales, lo que indica que la solución de problemas y sus pasos no siguen necesariamente una estructura secuencial.

Finalmente se tiene la solución del problema, en el cual el sujeto que da solución evalúa si el planteamiento inicial fue resuelto y si es necesario replantear el procedimiento.

Cuando el sujeto se enfrenta entonces a los métodos de resolución de problemas, debe saber que la metacognición, como habilidad propia de los individuos, es vista como un elemento central del aprendizaje en el que debemos preguntarlos el qué, el cómo y si funcionó.

La resolución exitosa de problemas no sólo depende de la posesión de un gran número de conocimientos, sino también del uso de los métodos de resolución para alcanzar metas. Los buenos estudiantes detectan cuando ellos entendieron o no un texto y saben cuándo utilizar estrategias alternativas para comprender los materiales de aprendizaje. Las habilidades metacognitivas involucran la capacidad de monitorear la propia conducta de aprendizaje, esto implica estar enterado de la manera cómo se analizan los problemas y de si los resultados obtenidos tienen sentido (Morales, Landa, 2004).

Marco Conceptual

Pensamiento computacional.

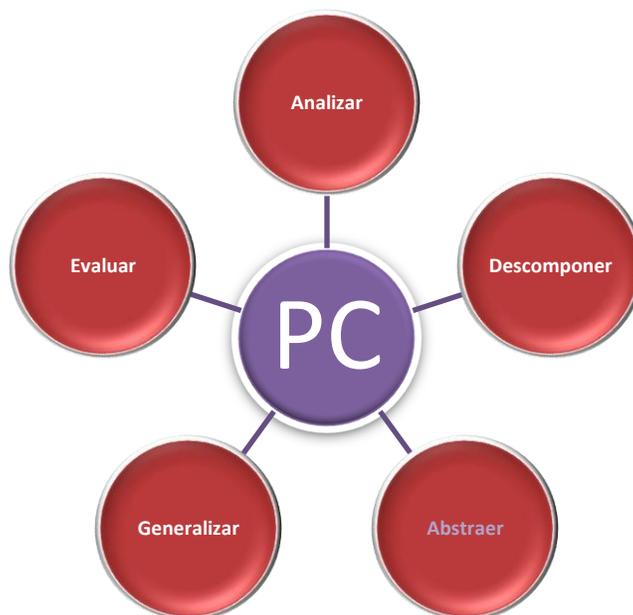
De las definiciones que se desarrollaron en al anterior apartado, se seguirá el concepto dado por la doctora Jeannette Wing y se tomará el pensamiento computacional como el proceso del pensamiento que se involucra en la solución de problemas para que estas pueden ser desarrolladas por un agente de procesamiento de la información, ya sea este agente un humano, una máquina o un híbrido humano-máquina. Se Complementa dicha definición con lo establecido por Adell, Llopis, Esteve y Valdeolivas (2019) en su artículo Debate sobre el pensamiento Computacional, en el que incluye el concepto de habilidades y destrezas mentales habituales en los profesionales de las ciencias de la computación.

Para incluir las habilidades para el desarrollo de problemas soportado en los procesos computacionales dentro del PC, se definen los componentes propios de este como un conjunto de

elementos específicos, los cuales se representan en la figura 3. Cada uno de estos componentes fueron sintetizados y se soportan en estudios previos realizados por diferentes personas, asociaciones y grupos de trabajo referenciados anteriormente.

Figura 3

Componentes del pensamiento computacional



Nota. Elaboración propia

Descomposición.

Hace referencia a la capacidad de dividir problemas grandes en problemas más pequeños, de manera que sea lo más independiente posible pero que aporte de manera significativa a la solución. En términos computacionales se puede relacionar con el término modulo.

Abstracción.

Proceso en el cual se obtienen las propiedades y/o cualidades más relevantes de algún objeto, procedimiento o situación en particular. Cuando se abstrae se debe ser capaz de generalizar, pero también de tener la habilidad de quitar los detalles no relevantes.

Patrón.

Es algo que permite ser tomado como muestra o modelo para ser replicado o utilizado según las necesidades. Debe ser genérico, sin embargo, debe adaptarse a las necesidades particulares de cada situación. En la figura se representa mediante la generalización.

Análisis.

Proceso mediante el cual se definen objetivos, se identifican elementos simples, se relacionan, se buscan estrategias de desarrollo para plantear alternativas claras, ordenadas, coherentes y precisas. Requiere de técnicas de inferencia, deducción y pensamiento lógico.

Evaluación.

Permite medir la eficacia del método propuesto y la solución obtenida a través de mecanismos que arrojan los resultados obtenidos y que tan acordes fueron a los objetivos planteados. En la evaluación se detectan aciertos y desaciertos y se usa como suministros para mejorar en situaciones similares.

Habilidades Cognitivas.

Definida como la capacidad intelectual que tiene un individuo para desarrollar una actividad específica, lo que le va a permitir plantear soluciones para desarrollar problemas y transformar su realidad. Para la metodología de resolución de problemas se hace necesario que el individuo desarrolle habilidades de orden superior, de las cuales habló Bloom y que incluyen procesos de análisis, síntesis, abstracción y evaluación.

Métodos de resolución de problemas.

Problema.

Situación incierta que evoca interpretación, análisis y aplicación de un método para obtener una salida según un estímulo aplicado.

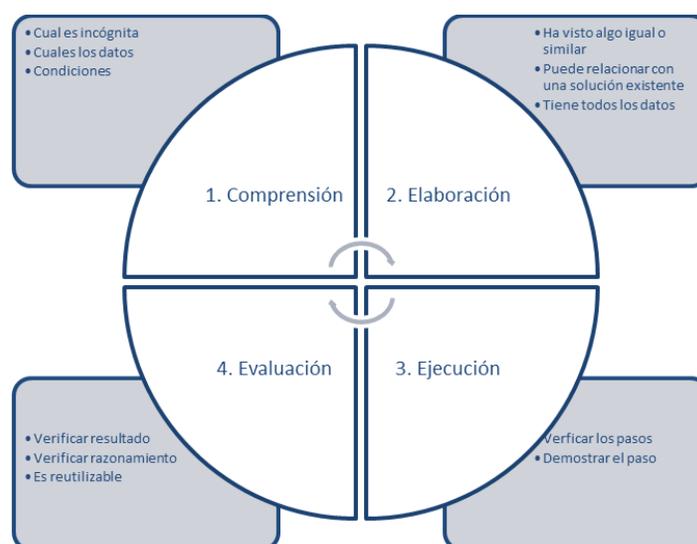
Método.

Conjunto de herramientas y pasos que se siguen para dar solución a un problema. El uso de un método requiere conocimiento previo del mismo, lo cual garantizará efectividad en su aplicación.

El método de solución de problemas requiere de un conjunto de actividades cognitivas básicas y de orden superior, dentro de las cuales se encuentra la comprensión, el análisis, llegando hasta la evaluación de la solución y el método aplicado. Uno de los métodos más utilizados en la resolución de problemas de índole matemático y computacional es el planteado por el matemático George Pólya, el cual se resume en la figura 4.

Figura 4

Pasos en la solución de problemas según Polya



Nota. Elaboración Propia

Marco Contextual

Pamplona es un municipio del departamento Norte de Santander, ubicado sobre la cordillera oriental a una altitud de 2.200 msnm, con un área territorial de 1.176 km² y una temperatura promedio de 14 °C. Es el municipio central de la provincia con una población de 58.592 habitantes, y en él confluye habitualmente población de los municipios circunvecinos. La economía del municipio se basa principalmente en la agricultura, el turismo y la educación (Pamplona, Colombia, s.f.).

En Pamplona se encuentra establecida la sede principal de la Universidad que lleva su mismo nombre, institución educativa de carácter oficial, de gran reconocimiento en la región y que además cuenta con sedes en los municipios de Villa del Rosario y Cúcuta, así como varios Centros Regionales de Educación a Distancia (CREAD) en distintas ciudades del país.

La Universidad de Pamplona fue fundada el 23 de noviembre de 1960 por el presbítero José Rafael Faría Bermúdez y desde entonces ha contribuido con el crecimiento socio económico de la región, convirtiéndose en la mayor fuente de ingresos de las familias pamplonesas debido a que su gran número de estudiantes, muchos provenientes de las diferentes regiones del país, demandan productos y servicios relacionados con alimentación, vivienda, transporte, ocio y recreación.

En su estructura organizacional actual, la Universidad de Pamplona cuenta con 3 Vicerrectorías (Académica, Administrativa y de Investigaciones) y dos direcciones administrativas (Bienestar Universitario e Interacción Social), está conformada por 7 facultades, que ofrecen sus servicios a un poco más de 20.000 estudiantes en modalidad presencial y a más de 3.800 en modalidad distancia (SPEI - Universidad de Pamplona, junio de 2019).

Dentro de sus facultades se encuentra la facultad de ingeniería, conformada tal como se conoce hoy en día en el 2005, y en la actualidad cuenta con más de 6.000 estudiantes que provienen de diferentes regiones del país, distribuidos en 27 programas entre técnicos, profesionales y de postgrado, en los campus de Pamplona, Villa del Rosario y Bucaramanga. (Facultad de Ingeniería - Universidad de Pamplona, 2019).

En el ciclo profesional actualmente la facultad de Ingeniería de la Universidad de Pamplona oferta 11 programas que otorgan el título de ingeniero, y cuyos planes de estudio incluyen, por lo menos, un curso de programación. Particularmente, los cursos de programación, del cual va a ser objeto la presente investigación, se oferta para 6 ingenierías (ambiental, civil, eléctrica, telecomunicaciones, mecánica y mecatrónica) que para el semestre 2019-I tienen un total de 329 estudiantes matriculados para la sede de pamplona y 89 para Villa del Rosario, todos presenciales. (Oficina de Admisiones y Registro y Control – Universidad de Pamplona, junio de 2019).

Desde el componente curricular que se plantea dentro del pensamiento pedagógico institucional, el cual hace parte integral del proyecto educativo de la institución, se puede afirmar que la Universidad de Pamplona, y el curso de programación, busca que sus procesos sean acordes a los desarrollos modernos de elaboración de currículo. El currículo con su integración y adaptación al proyecto educativo busca por todos los medios generar espacios de reflexión tanto para los docentes como para los estudiantes, de manera que constructivamente aporten sobre la relación universidad - estudiante.

La construcción del pensamiento pedagógico al interior de la Universidad asume el currículo como “el conjunto de criterios, experiencias y procesos investigativos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural e institucional, compatibles con las políticas, estrategias y metodologías de transformación que demandan la formación de un

profesional e investigador en relación con el conocimiento científico, tecnológico, humanístico y social, los valores, actitudes y las competencias que un ciudadano debe saber, sentir, hacer, vivir, emprender y convivir” (Plan de desarrollo 2017 - 2020). En la Universidad de Pamplona, el PEI, el plan de Desarrollo y el currículo de cada programa contribuyen a la formación en valores, conocimientos, métodos y principios de acción básicos, de acuerdo con el estado del arte de la disciplina, profesión, ocupación u oficio, atendiendo al desarrollo intelectual y físico, de manera que puedan ser utilizados para solucionar las problemáticas locales, regionales e internacionales (Pensamiento Pedagógico Institucional, 2014).

El ámbito de estudio propio de la presente investigación se orientó entonces a estudiantes presenciales de los programas de ingeniería ambiental, civil, eléctrica, telecomunicaciones, mecánica y mecatrónica de la sede principal de la Universidad de Pamplona, que tenían matriculado el curso de programación I o II, en los grupos Q y D respectivamente que históricamente he dirigido y que en los últimos dos semestres han tenido un promedio de 25 estudiantes por grupo.

Marco Legal

Constitución Política de Colombia.

Artículo 67. La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente. El Estado, la sociedad y la familia son responsables de la educación, que será obligatoria entre los cinco y los

quince años de edad y que comprenderá como mínimo, un año de preescolar y nueve de educación básica. La educación será gratuita en las |, intelectual y física de los educandos; garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo. La Nación y las entidades territoriales participarán en la dirección, financiación y administración de los servicios educativos estatales, en los términos que señalen la Constitución y la ley (Constitución Política de Colombia, 1991).

Otras normas.

En el marco legal planteado en la investigación, el cual regula la Educación Superior en Colombia y la norma que rige los programas de pregrado en la Universidad de Pamplona, tienen fundamento las disposiciones constitucionales, legales y reglamentarias que se mencionan en la tabla 5

Tabla 5

Normatividad que Rige la Formación en Universidades en Colombia

| Norma | Descripción | Quien la expide |
|--------------------------------|--|------------------------|
| Ley 30 de diciembre 28 de 1992 | Servicio Público de Educación Superior. Expresa normas por medio de las cuales se reglamenta la organización del servicio público de la Educación Superior. | Congreso de Colombia. |
| Ley 115 de febrero 8 de 1994 | Ley General de Educación. Ordena la organización del Sistema Educativo General Colombiano. Establece normas generales para regular el Servicio Público de la Educación que cumple una función social acorde con las necesidades e intereses de las personas, de la familia y de la sociedad. Respecto a la | Congreso de Colombia. |

| | | |
|--|---|---|
| | Educación Superior, señala que ésta es regulada por ley especial, excepto lo dispuesto en la presente Ley. "Excepto en lo dispuesto en la Ley 115 de 1994, sobre Educación Tecnológica que había sido omitida en la Ley 30 de 1992. Ver Artículo 213 de la Ley 115. | |
| Decreto No. 1295 20 de abril de 2010 artículos 16 al 19. | Por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior. | Ministerio de Educación Nacional |
| Decreto 1075 de 26 de mayo de 2015 | Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Educación. | Ministerio de Educación Nacional |
| Acuerdo No. 027 - 25 de abril de 2002 | Estatuto General - Por el cual se actualiza el Acuerdo No.042 del 17 de junio de 1999, Estatuto General de la Universidad de Pamplona | Consejo Superior Universitario – Universidad de Pamplona |
| Acuerdo No. 130 - 12 de diciembre de 2002 | Estatuto Docente - Por el cual se expide el Estatuto del Profesor Universitario de la Universidad de Pamplona | Consejo Superior Universitario – Universidad de Pamplona |
| Acuerdo No. 186 del 02 de diciembre de 2005 | Reglamento académico de pregrado - Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. | Consejo Académico de la Universidad de Pamplona |
| Acuerdo No. 097 - 06 de diciembre de 2018 | Proyecto Educativo Institucional - Por el cual se actualiza el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Universidad de Pamplona | Consejo Superior Universitario – UniPamplona |

Nota. Fuente Propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

Naturaleza de la Investigación

Analizar la influencia del pensamiento computacional en el desarrollo de las habilidades cognitivas para solucionar problemas a través del aprendizaje de la programación por parte de los estudiantes del curso de programación de la Universidad de Pamplona, necesitó de un enfoque cualitativo, puesto que el objetivo principal de dicho enfoque es reconstruir la realidad según la observación que realizan los autores y la interpretación que hacen sobre los comportamientos de los individuos objeto de investigación.

Para Martínez Miguelez (2001), la investigación cualitativa “trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones” (Martínez, 2001, p. 81). En este caso se interpretó el comportamiento que tuvieron los estudiantes de programación respecto a la solución de problemas, al desarrollar o perfeccionar las habilidades cognitivas específicas a través del pensamiento computacional.

En este tipo de investigación, las técnicas de recolección de información incluyen, entre otras, la observación no estructurada, la observación participante, la entrevista semiestructurada y la evaluación de experiencias e interacción con grupos o comunidades.

Diseño de Investigación

Debido a que la presente investigación buscaba observar las experiencias y el comportamiento de los estudiantes cuando plantean y solucionan problemas y analizar el impacto

que tienen las habilidades cognitivas utilizadas por ellos sobre dicha solución de problemas, se requirió de un diseño fenomenológico.

El diseño fenomenológico pretende estudiar la realidad desde la mirada de cada individuo. Su propósito general está en explorar, describir y comprender las experiencias de las personas con respecto a un fenómeno, un razonamiento, un sentimiento o una emoción. Una vez analizados los diferentes casos de manera detallada se sintetiza una estructura común que represente al colectivo.

Dicho diseño, según Martínez Miguelez, “se centra en el estudio de esas realidades vivenciales que son poco comunicables, pero que son determinantes para la comprensión de la vida psíquica de cada persona” (Martínez, 2001, p 139).

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), el diseño fenomenológico busca los significados de un fenómeno, en este caso la forma como se enfrentan y se plantean soluciones a los problemas, permitiendo explorarlo, describirlo y comprenderlo teniendo en cuenta las experiencias para descubrir los elementos en común (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Uno de los objetivos del método aplicado, entre otros, se centra en conocer una realidad social por medio del testimonio de algunos de sus protagonistas o testigos directos.

Informantes

Los informantes de la investigación fueron 10 estudiantes y 3 docentes de los cursos de programación estructurada I y II en el periodo 2021-I, de los programas de ingeniería ambiental, civil, eléctrica, telecomunicaciones, mecánica y mecatrónica de la sede principal de la Universidad de Pamplona, seleccionados de manera intencional, teniendo en cuenta los criterios de inclusión: que no estuviesen repitiendo la materia para programación I y que estuviesen cursando los programas de ingeniería ambiental, civil, eléctrica, telecomunicaciones, mecánica y mecatrónica.

Tabla 6*Universo e Informantes*

| Grupo | Programación I | Programación II |
|---------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Matriculados | 30 | 48 |
| Informantes clave (Estudiantes) | 5 | 5 |
| Informantes clave (Docentes) | 2 | 1 |

Nota. Fuente Propia

Los estudiantes cursaban en promedio el tercer semestre de su programa de pregrado para programación I y el cuarto semestre para programación II y estaban matriculados en la sede principal de la Universidad de Pamplona adscritos a la facultad de Ingeniería.

Fases de la Investigación

Tal como lo presenta Martínez Miguelez, en su libro *Ciencia y Arte en la Metodología Cualitativa*, el método fenomenológico consta de tres (3) etapas diferentes: etapa descriptiva, etapa estructural y etapa de discusión de resultados. La figura representa las diferentes etapas de la investigación.

Figura 5*Fases de la Investigación*

Nota. Fuente propia

La etapa descriptiva consta de tres (3) pasos y pretende que el investigador realice una descripción precisa del fenómeno que se quiere estudiar. El primer paso debe permitir seleccionar la técnica de recolección de información, el segundo paso consiste en aplicar el instrumento o los instrumentos seleccionados, siendo cuidadosos para evitar subjetividades y el tercer y último paso consiste en realizar una descripción clara del fenómeno a estudiar, teniendo en cuenta que este será el suministro sobre el que se trabajará la etapa estructural (Martínez, 2004).

En el caso particular de esta investigación, en esta etapa se realizó la recolección y revisión bibliográfica, ubicación de los antecedentes investigativos relacionados con el pensamiento computacional y la solución de problemas, que permitieron describir claramente lo que se pretendía estudiar. Posteriormente se ubicó el método a aplicar y las formas de recolección de información, que correspondieron a la aplicación de la prueba diagnóstica, la observación directa, la entrevistas semi estructuradas y la aplicación de prueba validadora.

La etapa estructural la componen seis (6) pasos, y su objetivo está en estudiar las descripciones de los protocolos antes planteados. En el primer paso el investigador revisa el planteamiento de los protocolos descritos en la etapa descriptiva, en el segundo paso se plantea el significado de cada una de las partes sobre el problema en general y la identificación por cada unidad temática, en el tercer paso depura las unidades del paso anterior para evitar repeticiones o contradicciones y determina el tema central de cada unidad, en el cuarto paso se lleva a un lenguaje técnico los conceptos asociados a los temas centrales de las unidades temáticas dando relevancia científica al tema tratado, el quinto paso es el eje central de la investigación y permite la estructuración general del estudio y el paso final permite integrar cada una de las estructuras anteriores en una estructura única y general. Para finalizar se desarrolla un proceso de socialización en el que se muestran los resultados a los participantes (Martínez, 2004).

Es así como, en esta etapa, se revisó la información obtenida; se aplicó la prueba inicial; se hizo la observación y se aplicó la entrevista a los informantes estudiantes del curso de programación I y II. Luego se aplicó la prueba final, se hizo la observación y la entrevista final a los estudiantes del curso programación II y la entrevista a los docentes. Después se realizó la categorización de los elementos a evaluar según los resultados obtenidos, se presentaron los resultados según las fases y se obtuvieron resultados generales.

La etapa de resultados y discusión tuvo como objeto relacionar los resultados obtenidos con estudios similares de otros autores, contrastando los logros con el fin de enriquecer el conocimiento en el área. Los resultados permitieron confrontar las posturas de los autores plasmadas en el marco referencial con el fin de corroborar o controvertir las conceptualizaciones dadas por ellos y de esta manera validar la aplicabilidad de los conceptos en el contexto objeto de estudio.

Definición de Categorías

Tabla 7

Categorías de Análisis

| Categoría | Definición | Subcategoría |
|---------------------------|--|---------------------------|
| Pensamiento Computacional | Proceso del pensamiento que involucramos en la solución de problemas para que estas pueden ser desarrolladas por un agente de procesamiento de la información. | Definición |
| | | Análisis |
| | | Modularización |
| | | Abstracción |
| | | Evaluación |
| Habilidad Cognitiva | Capacidad intelectual que tiene un individuo para desarrollar una actividad específica | Habilidades Básicas |
| | | Habilidades del PC |
| Resolución de Problemas | | Métodos y Técnicas de Uso |

| | |
|---|--|
| <p>Conjunto de herramientas y pasos que se siguen para dar solución a un problema. El uso de un método requiere conocimiento previo del mismo, lo cual garantizará efectividad en su aplicación</p> | <p>Técnicas para resolución de problemas</p> |
|---|--|

Nota. Fuente Propia

Técnicas de recolección de información

Para obtener la información conducente al logro de los objetivos, se seleccionaron como técnicas e instrumentos, los siguientes:

Prueba Diagnóstica y Prueba Validadora.

Los instrumentos prueba diagnóstica y prueba validadora constaron de un conjunto de problemas planteados a los cuales el estudiante respondió según su interpretación, haciendo un breve análisis sobre la forma como lo realizó para llegar a su solución. Las preguntas y problemas allí planteados se tomaron de las iniciativas internacionales “International Bebras Contest” y “Computer Olympiad Talent Search”. Una característica importante de dichas pruebas es que no pretendían evaluar conocimientos previos o habilidades específicas sobre ciencias de la computación, solo se presentaron actividades de resolución de problemas para que dieran solución a una serie de tareas basadas en problemas.

Dichos instrumentos buscaron establecer el uso de habilidades del pensamiento computacional en estudiantes con ningún, medio y alto conocimiento de programación, permitiendo determinar la existencia, la mejora o la adquisición de estas habilidades a medida que obtenían conocimientos de programación y desarrollaban el pensamiento computacional. La prueba diagnóstica se aplicó al inicio del semestre para estudiantes que iniciaban los cursos de

programación I y programación II y la prueba validadora se aplicó al terminar el semestre para estudiantes que finalizaron el curso de programación II.

Para determinar si el estudiante utilizó o no cierta habilidad de manera adecuada, cada uno de los problemas planteados se relacionó con uno o más elementos del pensamiento computacional, relación que se encuentra previamente establecida en cada uno de los problemas presentados a las iniciativas “International Bebras Contest” y “Computer Olympiad Talent Search” y que se adaptaron a las pruebas aplicadas en la presente investigación, tal como se muestra en la tabla 8. Cuando el estudiante dio respuesta a algún problema de la prueba aplicada, el investigador pudo realizar la clasificación de las habilidades utilizadas y al final determinar cuáles fueron las que más se usaron y cuales no fueron tan utilizadas.

Tabla 8

Habilidad por Pregunta

| Pregunta | Descomposición (DE) | Abstracción (AB) | Reconocimiento Patrones (PR) | Algoritmos (AL) | Evaluación (EV) | Razonamiento Lógico (RL) |
|-------------------------|---------------------|------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| Suma de Números | | x | X | | x | |
| Nota promedio | | x | | | | x |
| Comida de Animales | | | | x | | x |
| Dibujo del robot | | | X | x | | |
| Tablero con 4 piezas | X | x | | x | x | |
| Botes con barriles | X | | | | x | |
| Plegado de papel | | | | x | | |
| Reloj Digital | X | x | | | | |
| Servicio de transporte | X | x | | x | | |
| Dibujar Rectángulo | | | X | x | | |
| Estatura ardillas | | | | x | | x |
| Programa agitar muestra | X | x | | x | | |
| Cartas boca arriba | X | x | X | x | | |

Nota. Fuente Propia

De esta manera, la prueba permitió evaluar los siguientes elementos: descomposición (DE), abstracción (AB), reconocimiento de patrones (PR), algoritmos (AL), evaluación (EV), razonamiento Lógico (RL). La tabla anterior muestra una síntesis de las preguntas de las pruebas con respecto a la habilidad del pensamiento computacional que evalúa.

La observación participante.

Es la técnica más usada en los tipos de investigación cualitativa y permite al investigador participar de las actividades de la población muestra, tomando nota de los detalles para posteriormente preguntarse y responder el quién, qué, cuándo, cómo, dónde y por qué alguien hizo algo (Martínez, 2004).

Para la presente investigación, se hizo observación de los estudiantes a través de la descripción que realizaron del procedimiento usado al momento de enfrentar las preguntas de las pruebas diagnóstica y validadora que se aplicaron al iniciar el curso de programación I y programación II y al finalizar el curso de programación II respectivamente. Con este instrumento se obtuvo información en un contacto directo con la realidad, que permitió observar el comportamiento de los individuos objeto de investigación durante el desarrollo de las actividades al momento de plantear soluciones a los problemas. El análisis que realizó cada estudiante es descrito por él junto con la respuesta de cada ítem en cada prueba, elementos que posteriormente fueron analizados por parte del investigador.

Entrevista Semiestructurada.

La entrevista es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos; se define como una conversación que se propone un fin determinado distinto al simple hecho

de conversar, es un instrumento técnico que tiene consonancia con los tipos de investigación cualitativa en su componente metodológico y epistemológico (Martínez, 2004). Las entrevistas se pueden clasificar en estructuradas y semi estructuradas, siendo diferenciadas por la rigurosidad de su aplicación, en este caso se utilizó la entrevista semiestructurada la cual permite mayor flexibilidad, debido a que parte de las preguntas planeadas se pueden ajustar a la necesidad observada sobre la marcha.

En la presente investigación la entrevista buscó obtener información relevante sobre las percepciones tanto de estudiantes como de docentes sobre el uso, existencia y desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas al iniciar y finalizar los cursos de programación y de la manera como estas influyen al momento de solucionar los problemas planteados. Su aplicación se realizó en el momento en que cada estudiante completó la prueba diagnóstica y la prueba validadora y estuvo compuesta de un conjunto de preguntas abiertas que tenían relación con los elementos que utilizaron para desarrollar cada pregunta o con la forma en que dichos elementos aportan al desarrollo de los problemas.

Con el fin de codificar los elementos en un espectro acorde al estudio presentado y evitar dispersiones para interpretar la información, se estableció la relación que existe entre la acción realizada por el entrevistado y el nivel cognitivo, tal como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9

Asociación de la Acción por Nivel

| Nivel | Acción |
|--------------|----------------------|
| Conocimiento | Observar |
| | Memorizar |
| | Recordar |
| Comprensión | Comparar |
| | Comprender |
| | Analizar Interpretar |
| Análisis | Abstraer |

| | |
|------------|----------------------|
| | Descomponer |
| | Identificar Patrones |
| Síntesis | Sintetizar |
| | Recomponer |
| | Generar |
| Evaluación | Concluir |
| | Explicar |
| | Evaluar |

Nota. Fuente Propia

De la misma forma se hizo una clasificación por nivel para la pregunta “Valore la utilización de los siguientes elementos al momento de resolver los problemas presentados en la prueba diagnóstica” aplicada en la prueba diagnóstica y en la entrevista a los docentes. Esta clasificación permitió establecer el uso de las habilidades cognitivas por parte del estudiante en las pruebas presentadas.

Tabla 10

Clasificación de la Pregunta por Nivel

| Pregunta | Nivel |
|--|----------------------|
| Necesitó y utilizó conocimientos previos para solucionar los problemas | CONOCIMIENTO |
| Los conceptos y definiciones utilizados en la prueba le son familiares | |
| Entendió las preguntas realizadas y su objetivo | COMPRESION |
| Utilizó soluciones similares para dar solución al problema. | APLICACIÓN |
| Utilizó algún método y/o aplicó algún concepto específico. | |
| Identifica secuencias, repeticiones, modelos, etc. | ANALISIS SINTESIS |
| Divide y/o reorganiza las estructuras para facilitar la solución. Evita elementos distractores | |
| Verifica los resultados, hace una prueba del método | EVALUACION |
| Utiliza una solución alternativa para verificar el correcto funcionamiento | |

Nota. Fuente Propia

Validación de Instrumentos

Los instrumentos de recolección de información fueron sometidos a validación de expertos, quienes dieron su opinión al respecto (Ver anexo 1). Se seleccionaron expertos de las áreas de Ingeniería y Educación de manera que se tuviera una mirada objetiva según su área de

conocimiento y acorde al objetivo de la investigación. Los expertos seleccionados tienen formación doctoral y cuentan con un amplio recorrido académico y profesional en la parte investigativa.

Ph D. ENDER JOSE BARRIENTOS MONSALVE. Arquitecto y Licenciado en Educación con énfasis en Ciencias Sociales. Doctor en Ciencias Gerenciales.

Ph D. JESUS EVELIO ORTEGA AREVALO. Ingeniero de Sistemas. Doctor en Ingeniería de Software.

Ph D. YOLANDA VILLAMIZAR de CAMPEROS. Licenciada en Ciencias de la Educación. Especialidad Inglés Francés. Doctora en Educación

Una vez identificados los tres (3) expertos y aceptada su participación, se remitió mediante comunicación electrónica las pruebas diagnósticas y validadoras, la entrevista y el formato para validación de cada uno de los instrumentos.

Los tres evaluadores revisaron los instrumentos y realizaron observaciones de ajuste, las cuales fueron tenidas en cuenta para responder a la evaluación de las categorías planteadas y dar respuesta a la pregunta de investigación. Las tablas 11 y 12 presentan la tabulación de la validación de los instrumentos por parte de los expertos, instrumentos que se sometieron a validación de manera independiente.

El modelo de validación se basó en la escala de Likert y se utilizaron los siguientes códigos:

Totalmente de acuerdo (TDA)

De acuerdo (DA)

Ni de acuerdo ni en desacuerdo (NAD)

En desacuerdo (ED)

Totalmente en desacuerdo (TED)

Tabla 11*Tabulación Validación Instrumento Entrevista*

| PREGUNTA / NIVEL | TDA | | DA | | NAD | | ED | | TED | | TOTAL |
|---|-------|--------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | Total | % | Total | % | Total | % | Total | % | Total | % | |
| El instrumento, tal como está diseñado, está formulado claramente con lenguaje apropiado que facilita su comprensión. | 2 | 66,67 | 1 | 33,33 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |
| El instrumento, tal como está diseñado, está expresado en conductas observables, perceptibles o medibles. | 3 | 100,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |
| El instrumento, tal como está diseñado, es consistente mediante una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría | 2 | 66,67 | 1 | 33,33 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |
| El instrumento, tal como está diseñado, guarda relación con los contenidos, categorías y subcategorías presentadas. | 3 | 100,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |
| El instrumento, tal como está diseñado, es pertinente en relación con las categorías que orientan los ítems presentados | 3 | 100,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |
| El instrumento, tal como está diseñado, permiten al investigador recolectar la información requerida para la ejecución del proyecto | 2 | 66,67 | 1 | 33,33 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |

| | |
|---|--|
| ¿Cuáles ítems del test considera usted que NO deberían contemplarse dentro del instrumento presentado ya que no ayudan a la recolección de la información requerida para la ejecución del proyecto? | No faltarían preguntas, aunque se sugiere que algunas tengan opciones cerradas de elección, para que la información recolectada sea más certera. Esto debería aplicarse a las preguntas ¿Qué elemento o elementos se le dificultaron en mayor medida al resolver los ejercicios planteados?, ¿Qué aptitudes o habilidades cognitivas considera usted que le ayudaron a desarrollar de manera adecuada los problemas planteados? y ¿Qué aptitudes o habilidades cognitivas considera usted que le hacen falta adquirir o perfeccionar para obtener mejores resultados en la prueba? |
| ¿Cuál ítem o pregunta considera usted que hacen falta dentro del instrumento, que ayudan a la recolección de la información requerida para la ejecución del proyecto? | |

Nota. Fuente Propia

Si bien un experto sugirió tener alternativas cerradas para algunas preguntas dentro de la entrevista, la conceptualización consultada sobre la entrevista semi estructurada y los juicios de los demás expertos consultados permitieron mantener la misma estructura en la mayoría de las preguntas; sin embargo, la pregunta 6, de la entrevista diagnóstica, y la pregunta 7, de la entrevista a los docentes, incluyó los siguientes elementos que direccionaron la respuesta de dicha pregunta en particular por parte de los informantes :

- Necesitó y utilizó conocimientos previos para solucionar los problemas
- Los conceptos y definiciones utilizados en la prueba le son familiares
- Entendió las preguntas realizadas y su objetivo
- Utilizó soluciones similares para dar solución al problema.
- Utilizó algún método y/o aplicó algún concepto específico.
- Identifica secuencias, repeticiones, modelos, etc.
- Divide y/o reorganiza las estructuras para facilitar la solución.
- Verifica los resultados, hace una prueba del método
- Utiliza una solución alternativa para verificar el correcto funcionamiento

Tabla 12*Tabulación Validación Instrumento Prueba*

| PREGUNTA / NIVEL | TDA | | DA | | NAD | | ED | | TED | | TOTAL |
|--|-------|--------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | Total | % | Total | % | Total | % | Total | % | Total | % | |
| El instrumento, tal como está diseñado, está formulado claramente con lenguaje apropiado que facilita su comprensión. | 2 | 66,67 | 1 | 33,33 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |
| El instrumento, tal como está diseñado, está expresado en conductas observables, perceptibles o medibles. | 3 | 100,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |
| El instrumento, tal como está diseñado, es consistente mediante una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría | 2 | 66,67 | 1 | 33,33 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |
| El instrumento, tal como está diseñado, guarda relación con los contenidos, categorías y subcategorías presentadas. | 3 | 100,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |
| El instrumento, tal como está diseñado, es pertinente en relación con las | 3 | 100,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|---|-------|---|------|---|------|---|------|---|
| categorias que orientan los ítems presentados | | | | | | | | | | | |
| El instrumento, tal como está diseñado, permiten al investigador recolectar la información requerida para la ejecución del proyecto | 2 | 66,67 | 1 | 33,33 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 |

| | |
|---|--|
| ¿Cuáles ítems del test considera usted que NO deberían contemplarse dentro del instrumento presentado ya que no ayudan a la recolección de la información requerida para la ejecución del proyecto? | |
| ¿Cuál ítem o pregunta considera usted que hacen falta dentro del instrumento, que ayudan a la recolección de la información requerida para la ejecución del proyecto? | |

Nota. Fuente Propia

Como se observa en el resultado de la tabulación, el juicio emitido por los expertos a la evaluación de los dos instrumentos a aplicar tuvo un alto porcentaje de aceptación, lo que indica que hubo consenso por parte los expertos en cuanto el alcance y contenido de los instrumentos para la recolección de información y de esta manera se procedió a su aplicación.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El planteamiento metodológico de la presente investigación orientó el desarrollo de la misma y permitió guiar la adquisición de la información necesaria para lograr dar respuesta a todos los objetivos derivados del problema planteado.

La presentación de la información se inició haciendo la transcripción y organización de las pruebas, la observación y las entrevistas de manera manual y según las fases de la metodología planteada; su análisis se presenta a través de la codificación y triangulación de los instrumentos de recolección de la información obtenida.

La codificación de los informantes que evidencia los aportes de cada uno de ellos en el análisis corresponde a los siguientes códigos:

IEP1: Estudiantes de Programación I

IEP2: Estudiantes de Programación II

IDP1: Docente Programación I

IDP2: Docente Programación II

Prueba Diagnóstica

La prueba diagnóstica consistió en ocho preguntas que se aplicaron en cinco (5) informantes estudiantes de programación I y cinco (5) informantes estudiantes de programación II (ver anexo 2) al inicio del semestre. El grupo de programación I representó los informantes sin conocimientos de programación y sus resultados se contrastaron con estudiantes que iniciaban el

curso de programación II que correspondían a informantes con un conocimiento medio de programación. Dicho instrumento se aplicó al inicio del semestre en los dos grupos mencionados.

Las tablas 13 y 14 muestran los resultados obtenidos por informante en la prueba diagnóstica.

Tabla 13

Resultados Prueba Diagnóstica Programación I

| | Pregunta | IEP1_1 | IEP1_2 | IEP1_3 | IEP1_4 | IEP1_5 |
|---|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| 1 | Suma de Números | NO | NO | NO | SI | SI |
| 2 | Nota promedio | NO | NO | SI | SI | SI |
| 3 | Comida de Animales | SI | SI | SI | SI | SI |
| 4 | Dibujo del robot | NO CONTESTÓ | NO CONTESTÓ | SI | NO CONTESTÓ | SI |
| 5 | Tablero con 4 piezas | NO | NO | NO | SI | NO |
| 6 | Botes con barriles | SI | NO CONTESTÓ | NO CONTESTÓ | SI | SI |
| 7 | Plegado de papel | NO | NO CONTESTÓ | NO CONTESTÓ | NO | SI |
| 8 | Reloj Digital | SI | NO | SI | NO | SI |

Nota. Fuente Propia

Tabla 14

Resultados Prueba Diagnóstica Programación II

| | Pregunta | IEP2_1 | IEP2_2 | IEP2_3 | IEP2_4 | IEP2_5 |
|---|----------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| 1 | Suma de Números | SI | NO | SI | SI | NO |
| 2 | Nota promedio | SI | NO | SI | SI | NO |
| 3 | Comida de Animales | SI | SI | SI | SI | SI |
| 4 | Dibujo del robot | NO | SI | NO CONTESTÓ | SI | SI |
| 5 | Tablero con 4 piezas | SI | SI | NO | SI | SI |
| 6 | Botes con barriles | SI | SI | SI | SI | NO |
| 7 | Plegado de papel | SI | SI | NO | SI | NO |
| 8 | Reloj Digital | SI | SI | SI | SI | SI |

Nota. Fuente Propia

Al aplicar la relación de las preguntas acertadas con respecto a la habilidad que se utilizó y teniendo como soporte la relación planteada en la tabla 8 (Habilidad por Pregunta), se obtuvieron los resultados que se presentan en la tabla 15, la cual permite determinar el uso y efectividad de la habilidad computacional al desarrollar los problemas planteados

Tabla 15

Resultados por Habilidad - Diagnóstico

| Habilidad | Programación I | | | Programación II | | |
|------------------------------|----------------|----|-------------|-----------------|----|-------------|
| | Si | No | No Contestó | Si | No | No Contestó |
| Descomposición (DE) | 7 | 6 | 2 | 13 | 2 | 0 |
| Abstracción (AB) | 6 | 9 | 0 | 10 | 5 | 0 |
| Reconocimiento Patrones (PR) | 4 | 3 | 3 | 6 | 3 | 1 |
| Algoritmos (AL) | 9 | 6 | 5 | 15 | 4 | 1 |
| Evaluación (EV) | 6 | 7 | 2 | 11 | 4 | 0 |
| Razonamiento Lógico | 8 | 2 | 0 | 8 | 2 | 0 |

Nota. Fuente Propia

Los elementos anteriormente presentados reflejan el comportamiento de los informantes con poco o mediano conocimiento de programación; sin embargo, no pretenden medir la efectividad de los estudiantes de manera general al resolver los problemas propuestos, su objetivo estuvo en poder relacionar las habilidades del pensamiento computacional que utilizaron los informantes cuando tenían o no conocimientos de programación.

Los resultados obtenidos muestran la debilidad de los estudiantes que inician el curso de programación en la mayoría de las habilidades computacionales, evidenciando falencias notorias en más de la mitad de ellos en elementos como la abstracción, el reconocimiento de patrones, la algoritmia y la evaluación de los resultados; todos fundamentales al momento de solucionar problemas de esta índole. Estos elementos fueron mejorados en algunos de los estudiantes que contaban con un conocimiento previo de programación, revirtiendo las fallas al solucionar los

problemas y obteniendo mejores resultados. Por su parte, el uso de la descomposición es un elemento que tiene un equilibrio en cuanto a la debilidad o la fortaleza de los informantes estudiantes sin conocimientos de programación, una habilidad que permite simplificar la complejidad de los problemas y que redundando en la efectividad de la solución cuando es aplicada de manera adecuada; dicha habilidad presenta una significativa mejora en la mayoría de los informantes estudiantes con conocimientos medios de programación.

Como elemento particular se debe mencionar el razonamiento lógico mostrado tanto por los informantes que inician el curso de programación I como por los que inician el curso de programación II; es una habilidad que muestran y que no requiere de un desarrollo computacional especial, pues desde antes de iniciar el curso se evidencia su uso.

El análisis de los resultados presentados indica una tendencia de mejora en cuanto a la solución de los problemas planteados para estudiantes que han obtenido conocimientos de programación en todas las habilidades cognitivas asociadas con el pensamiento computacional, recalcando avances significativos en procesos de descomposición, abstracción, generalización y evaluación.

Observación Desarrollo Prueba Diagnóstica

A medida que el informante desarrollaba cada ítem de la prueba aplicada, debía plasmar una breve explicación de la forma en que resolvía los ejercicios. Sus aportes se presentan en la tabla 16 y sirvieron como mecanismo de observación para el investigador.

Tabla 16

Observación Prueba Diagnóstica

| P1. Suma de Números | | |
|---|---|--|
| Programación I | Programación II | Observación |
| IEP1_1 “No, no tengo conocimiento” | IEP2_1 “Si , la respuesta es 500,500 ... lo hice multiplicando 1001/2 y luego lo multiplique por 1000” | El resultado de la observación denota desconocimiento de alternativas para casi todos los estudiantes del grupo 1 y su falta de interés para querer solucionar problemas de los cuales no es evidente o sencilla su solución. Los estudiantes del grupo 2 se esmeran por tener una solución basada en modelos matemáticos existentes lo que denota un uso de problemas similares para dar solución. Esta pregunta se relaciona con abstracción, reconocimiento de patrones y evaluación |
| IEP1_2 “Se podría realizar mediante algún algoritmo que permita realizar esta sumatoria, para no sumar los números de uno en uno. No se como hacerlo” | IEP2_2 “SI PODRÍA ENCONTRAR LA RESPUESTA PERO ME LLEVARÍA MUCHÍSIMO MÁS TIEMPO HACERLO Y ENCONTRAR UNA ESTREGTEGIA NO ME SERÍA POSIBLE” | |
| IEP1_3 “Si lo podría solucionar, pero me tomaría más tiempo y no tendría otra estrategia que contar uno por uno” | IEP2_3 “Los números van aumentando en una unidad es decir cada número equivale a 1, entonces se encuentran parejas que sumen lo mismo en este caso 1001, después se escoge la mitad de los números que es 500 estos dos números se multiplican y ese es el resultado se sumar de 1 hasta 1000” | |
| IEP1_4 “Los números van aumentando en una unidad es decir cada número equivale a 1, entonces se encuentran parejas que sumen lo mismo en este caso 1001, después se escoge la mitad de los números que es 500 estos dos números se multiplican y ese es el resultado se sumar de 1 hasta 1000” | IEP2_4 “Con el anterior método no lo lograría o sería más tedioso. $1000(1000+1)/2=500500$ ” | |
| IEP1_5 “Claro cabe decir que para esta suma no es muy complicada ya que se suman todos los numero hasta el 10 y esto nos da 55 en cambio del 1 al 1000 sube más la complejidad ya que para realizar este suma hay que hacer muchas sumas me acuerdo del método de gaus quien sumo los extremos de los números como $1+1000=1001$, $2+999=1001$ Entonces de estos se encontró que habían 500 parejas y pues posterior a multiplicar las 500 parejas por la suma que es $1001=500500$ ” | IEP2_5 “Se sabe que $1+10=11$ y a su vez, $9+2=11$ y también $8+3=7+4=6+5$, resultándonos así 5 parejas de números que nos dan el mismo resultado, que es la mismo que la mitad de los números propuestos, por lo tanto podríamos proponer lo siguiente: - Total= $0.5n(n+1)$, donde n es la cantidad de números ordenados de uno en uno. Esta misma fórmula se podría usar para calcular la suma de los números de 1-100” | |
| P2. Nota promedio | | |
| Programación I | Programación II | Observación |
| IEP1_1 “se realizó un análisis con los 12 alumnos restantes y se sumaron las notas que le colocaron, el total se dividió en los 12 alumnos” | IEP2_1 “primero se resta el número de reprobados del número total de alumnos y luego se multiplica por 3 , luego los restantes se multiplica por 8” | De manera general los estudiantes de ambos grupos son capaces de aplicar elementos matemáticos básicos, seguramente adquiridos previamente. Hay que recalcar que, aunque traten de hacer cálculos matemáticos, no realizan una comprobación |
| IEP1_2 “Creo que es esa la respuesta ya que no entendí muy bien la pregunta y no sabía que responder” | IEP2_2 $(8*3)+(12*8) / 20=7,5$ | |
| | IEP2_3 | |

IEP1_3

“Aplique la matemática, primero sume el promedio de los que reprobaron multiplicando 6×3 y ya teniendo esto busque un número que se ajuste a la nota que sacaron el resto, en este caso multiplique 12×8 ; con el resultado de este sume junto con el anterior y lo dividí por 20 que es la cantidad de estudiantes”

IEP1_4

“El promedio de los que aprobaron es 8, debido a que la media total es 6 y son 20 estudiantes se hace una multiplicación $6 \times 20 = 120$, como 8 estudiantes reprobaron con 3 la sumatoria es $8 \times 3 = 24$ y la media de los que aprobaron sería la diferencia de estos dos $120 - 24 = 96$ ya que son 12 estudiantes se saca el promedio $96 / 12 = 8$.”

IEP1_5

"Multiplique la nota media (6) por los 20 alumnos a eso le reste 24 que es el total de multiplicar los 8 alumnos que reprobaron con (3) y eso me dio 96 que dividí entre (12) y el resultado es 8"

“sumé ocho veces la nota 3, después le sumé números mayores de 5, doce veces, hasta que me diera 120, para que la media fuera 6, después le calculé la media a los doce números puestos”

IEP2_4

“Un número determinado n sobre 20 es igual a 6 el promedio obtenido $n/20 = 6$ por lo que $n = 120$ Menos el promedio de los 8 alumnos por la nota de $3 \times 8 = 24$ tenemos que $120 - 24 = 96$ si lo dividimos por el resto de alumnos tenemos $96 / 12 = 8$ ”

IEP2_5

“fueron 12 los que aprobaron el examen aplicando la media en sería 7”

de su resultado para validar la respuesta lo que causa que, aunque expliquen el procedimiento, no aciertan en el resultado. Hay errores operacionales, todos se sienten familiarizados con este tipo de problemas.

Esta pregunta se relaciona con abstracción y razonamiento lógico.

| P3. Comida de Animales | | |
|---|---|---|
| Programación I | Programación II | Observación |
| <p>IEP1_1 “Se realizó una tabla de valores en la cual todos comían la misma cantidad y luego se le fue sumando al que comía más que los demás. Por lo siguiente se pudo notar cual mascota comió menos”</p> <p>IEP1_2 “Mediante una abreviación fui organizando la posición de cada uno verticalmente según el orden que se iba indicando.”</p> <p>IEP1_3 "Lo que hice fue acomodar a los perros de mayor a menor dependiendo de si comían más o menos que los otros obteniendo al labrador como ultimo"</p> <p>IEP1_4 “Al hacer combinaciones resulto que el labrador es el que come menos”</p> <p>IEP1_5 “Realice una lista con las razas señalando con x y - quien comía más que quien y al</p> | <p>IEP2_1 “se coloca en orden dependiendo de lo que diga el ejercicio.”</p> <p>IEP2_2 “POR ORDEN DE FACTORES Y SU RESPECTIVA CANTIDAD ES POSIBLE ENCONTRAR LA RESPUESTA A ESTE PROBLEMA”</p> <p>IEP2_3 pastor>labrador pitbull>labrador pitbull<akita akita >pastor</p> <p>IEP2_4 “tenemos que el Pastor y el Pitbull comen más que el Labrador y luego dice que la akita come más que el Pastor por lo tanto el Labrador va a ser la que menos come.”</p> <p>IEP2_5 “pastor y pitbull comen más que el labrador y el akita come más que el pastor que come más que el labrador”</p> | <p>Mecanismos simples de observación y comparación le permiten al estudiante organizar los datos de manera tal que lleguen a conclusiones. Ninguno falla al dar la solución correcta y tanto estudiantes de programación I como de programación II desarrollan el ejercicio de una manera muy similar. El planteamiento y la estrategia utilizada es acorde a lo solicitado en el ejercicio. No es difícil para el estudiante comparar y seguir indicaciones, lo que refleja el resultado del ítem.</p> <p>Esta pregunta evalúa algoritmos y razonamiento lógico.</p> |

final quien tuvo más rayitas era el que menos comía”

| P4. Dibujo del robot | | |
|---|---|--|
| Programación I | Programación II | Observación |
| IEP1_1 No Contestó | IEP2_1 no entendí | Al igual que en el ejercicio anterior, los estudiantes demostraron una alta aceptación a ejercicios que solo requieren seguir pasos, complementados con elementos de observación y secuenciación que permiten obtener un resultado adecuado. Las personas que dieron respuesta al ejercicio comprendieron las instrucciones dadas y dan cuenta de la capacidad espacial que tienen para ubicarse en un plano determinado. Un poco menos de la mitad de los estudiantes del grupo 2 describen que siempre se gira a la derecha, lo que demuestra la capacidad que tienen para solo actuar sobre elementos relevantes, una característica importante de la abstracción, elemento central del pensamiento computacional. Este elemento no se evidenció en los estudiantes que no tienen conocimientos de programación. Este ejercicio contiene habilidades de reconocimiento de patrones y algoritmos |
| IEP1_2 Solo seguí las instrucciones y fui haciendo el dibujo en un papel hasta obtener la imagen que adjunto | IEP2_2 CON AYUDA DE UNA HOJA CUADRICULADA, SIGUIENDO LA SECUENCIA E INSTRUCCIONES SE PUEDE DETERMINAR QUE LA IMAGEN FINALIZA EN EL MISMO PUNTO EN QUE COMIENZA | |
| IEP1_3 seguí la secuencia y me dio la figura representada en la imagen | IEP2_3 no comprendí el enunciado muy bien | |
| IEP1_4 Al desarrollar el problema se toma una secuencia de los patrones que indican corriendo las casillas indicadas para poder obtener la figura | IEP2_4 Simplemente se sigue el patrón de la anterior secuencia cambiando los valores y sabiendo que cada que se termina de avanzar se debe girar a la derecha | |
| IEP1_5 Observé la primera secuencia y luego seguí las reglas para completar el segundo. | IEP2_5 Se debió seguir las indicaciones que nos daba el ejercicio respeto a la cantidad de cuadros que se debía correr y que siempre giraba a la derecha para así tener la figura | |
| P5. Tablero con 4 piezas | | |
| Programación I | Programación II | Observación |
| IEP1_1 | IEP2_1 | Un alto porcentaje de estudiantes del grupo 1 fallaron al solucionar el problema y la observación permite determinar que no buscaron siquiera alternativas para plantear la solución. Solo un informante utiliza el descarte como estrategia, utilizando un mecanismo de |
| IEP1_2 | “para mí la respuesta correcta esta entre la A y la B pero me voy más por la A, debido a que en la figura anterior cada vez que había alguna ficha de más en la columna esta se bajaba , la D pienso que no es porque tiene 7 fichas y la c tampoco porque no cumple con lo que dice la figura anterior.” | |
| IEP1_3 “Cuando me dan las indicaciones y cómo funciona las piezas en la pizarra, puedo llegar a la conclusión que el diagrama es la C” | | |
| IEP1_4 | IEP2_2 | |

| | | |
|--|---|---|
| <p>“Colocar letras a cada círculo y desarrollar el diagrama de acuerdo con las líneas que se puede formar por columnas y filas”</p> | <p>“POR DESCARTE TENEMOS QUE LA B Y D NO SON REPRESENTATIVAS DEL DIBUJO, __PODRÍA SER LA C, PERO SU ESTRUCTURA NO VA ACORDE A LA EXPLICACIÓN DEL EJERCICIO POR ENDE ES LA A.”</p> | <p>observación para verificar la cantidad de elementos utilizados en el tablero lo que le permitió disminuir la cantidad de probabilidades. Algo similar sucede con los estudiantes del segundo grupo y aunque los resultados son mejores solo dos presentan una solución más racional acorde a lo planteado en el ejercicio. Estos estudiantes hacen una validación de las alternativas presentadas para saber que tanto filas como columnas son conectadas según la descripción del ejercicio.</p> <p>Los elementos a tener en cuenta son abstracción, descomposición, algoritmos y evaluación.</p> |
| <p>IEP1_5 "Analice el ejemplo propuesto, dibujé los círculos y descarte la d ya que no había 7 fichas en el tablero luego a unir los círculos con las líneas ya que todas las fichas del tablero están unidas por filas y columnas la respuesta es la c."</p> | <p>IEP2_3 “Utilicé los puntos y los uní de la mejor manera para así darme cuenta cual la figura que daba.”</p> | |
| | <p>IEP2_4 “Es la única que tiene que cada pieza se distribuye para otras 3 de una manera correcta como el anterior ejemplo, es decir en cada línea”</p> | |
| | <p>IEP2_5 “porque todas las fichas se encuentran en la misma columna y filas”</p> | |

| P6. Botes con barriles | | |
|---|---|---|
| Programación I | Programación II | Observación |
| <p>IEP1_1 “Primero que todo se hizo la suma de los botes para que diera 300 o el valor más aproximado, luego se hizo el mismo procedimiento con los que quedaban y esa es la carga máxima que se le puede echar a los 2 barcos obtuvo”</p> | <p>IEP2_1 “busque el barril más pesado y buque completar la carga sin que sobrepase el peso de 300k como no se podía, solo descarte ese barril Sumo 120+90+90 y para el segundo 130+100+60”</p> | <p>El asertividad de las respuestas evidencia mejora en los elementos asociados al pensamiento computacional que se evalúan en esta pregunta cuando se tiene algún conocimiento de programación. El planteamiento realizado por los estudiantes les permite excluir aquellos elementos que no le son de utilidad y para ellos deben dejar algo de la carga, lo que se convierte en un buen punto de partida. El análisis que inicialmente plantearon algunos de los estudiantes de programación I fue generalizado en los estudiantes de programación II, lo que evidencia un buen desarrollo de las habilidades que se pretendían evaluar cuando se desarrolla el pensamiento computacional a través del aprendizaje de la programación.</p> |
| <p>IEP1_2 “No contestó”</p> | <p>IEP2_2 “si lo que se quiere es transportar la mayor carga de pescado, si o si deberían dejar de transportar el barril con 220 kg, ya que al ocupar una gran cantidad de peso, se perderían más barriles si se considera transportar dicho barril”</p> | |
| <p>IEP1_3 “No pude llegar a desarrollarlo”</p> | <p>IEP2_3 “sumé todo el peso de los barriles, le resté la capacidad de los barcos, después distribuí los barriles viendo que no excediera la capacidad del barco.”</p> | |
| <p>IEP1_4 "El total de los barriles suman 810Kg por ende no es posible llenar los dos botes con todos los barriles. Si solo es llenar los botes con la máxima cantidad que se puede en cada bote entonces: lisa 1 90+90+120+300 lisa 2: 130+100+60"</p> | <p>IEP2_4 “Lo realicé mirando que si tomaba 220 obligatoriamente tenía que tomar 60 por lo cual tenía una base 280 en cambio sí tomaba los otros tuve una carga de 290 y 300, descartando el 220 aprovechando de una mejor manera la capacidad de carga”</p> | |
| <p>IEP1_5 “Evidente mente al dividir el peso de los barriles en los dos barcos los transportadores tendrían que dejar una parte de la carga. Entonces como me pide que lleve la mayor carga posible sin excederme escogí los valores pequeños y los fui sumando hasta que me dieran el</p> | | |

| | | |
|---|--|---|
| valor permitido o se acercará sin pasarme y sumándolos esos fueron los valores que más se acercaron.” | IEP2_5 “No se pude debido que la suma del peso máximo de ambos botes da más de 600 y la suma total de los barriles es 810 por ende como excede quedaría barriles de pescado que no se pueden llevar” | Esta pregunta evalúa descomposición y evaluación. |
|---|--|---|

| P7. Plegado de papel | | |
|---|--|---|
| Programación I | Programación II | Observación |
| IEP1_1 “Imaginariamente uní cada borde como se explicaba hay para así determinar la figura correcta” | IEP2_1 “Creo que se vería como el del cuadro a, así el plegado ya que la longitud es mucho mayor que la otra y también escogí esa respuesta porque me pareció la más indicada” | Este es un ejercicio en el que sería suficiente seguir un conjunto de pasos para poder solucionarlo, sin embargo, en estudiantes de programación I existe un buen porcentaje de estudiantes que no logró descifrarlo, lo que denota una deficiencia en este aspecto. Por su parte, para los estudiantes de programación II pareciese que pueden seguir de una manera más adecuada las instrucciones para dar la solución. Cabe notar que algunos utilizaron como estrategia plasmar los pasos en un papel, lo que evita abstracciones para crear la figura final. |
| IEP1_2 “No contestó” | IEP2_2 “CON LA LÓGICA Y EL USO DE LAS INSTRUCCIONES LOGRAMOS DEMOSTRAR QUE LA RESPUESTA A ES LA OPCIÓN ACERTADA.” | |
| IEP1_3 “no pude llegar a desarrollarlo, no me da por ningún lado” | IEP2_3 “se dobla en la mitad de c,a y luego de c,d” | |
| IEP1_4 “Seguir el patrón de los comandos “ | IEP2_4 “El primero a la mitad, el segundo el plegado que se hizo, doblar por la mitad o llegando la esquina a la otra esquina (d,e), por último el lado a juntarlo con f haciendo un medio plegado”“ | |
| IEP1_5 "Utilice una hoja de papel para realizar el ejercicio y así poder determinar la figura que queda luego de seguir los patrones indicados por el lenguaje de programación El único rectángulo que hay en las opciones de respuesta es el de la a." | IEP2_5 “por lo que el lado b es el doble de lados crearía una tercera cara en los dobles de la hoja” | |
| 8. Reloj Digital | | |
| Programación I | Programación II | Observación |
| IEP1_1 “Como le hacía falta alumbrar un segmento del dígito observe a cuál se le podía agregar y daba la hora exacta” | IEP2_1 “d) dado que solo un dígito fue el que se dañó, solo podría ser ese ya que si se encendiera el dígito quedaría las 6:39 y además en las otras opciones no se encienden los dígitos que corresponderían” | Los elementos gráficos son bien interpretados por los estudiantes de los dos grupos y su capacidad de observación se ve bien desarrollada para este punto. Obtener alternativas y comparar los posibles resultados le permitieron desechar los elementos distractores de las respuestas. Como en las demás preguntas, estas habilidades están mejor desarrolladas en los estudiantes que tienen algún conocimiento de programación. |
| IEP1_2 “Creo que por sentido común que esta puede ser la respuesta ya que dice que es uno de los siete dígitos entonces el 3 está entre ellos” | IEP2_2 “LA D YA QUE SOLO DEJA DE ENCENDERSE LA LUZ DE UN DÍGITO, EL RESTO DE RESPUESTA ME DICEN QUE FALLAN VARIOS DÍGITOS AL TIEMPO Y NO ES EL CASO PARA CONSIDERARSE UNA OPCIÓN” | |
| IEP1_3 “La hora correcta podría ser la d) debido a que es la única opción en la que hubo un solo cambio en los segmentos pues teniendo en cuenta que solo uno de estos está dañado se deduce que solo puede haber un cambio” | IEP2_3 | |

| | | |
|---|--|----------------------------------|
| <p>IEP1_4 "La probabilidad de que la hora real es 5:35"</p> | <p>"vi que decía que uno de los segmentos no encendía, entonces había que encender un segmento, pero sin apagar ninguno"</p> | <p>Habilidad: Descomposición</p> |
| <p>IEP1_5 "Un solo segmento es el que está dañado entonces en el número que cambiaría es en el 5 que se convertiría en 9 y la respuesta es la d"</p> | <p>IEP2_4 "Es la única que muestra un segmento más, las otras muestran ya sea 2 o encienden uno y apagan otro"</p> | |
| | <p>IEP2_5 "es la única opción en donde solo un segmento esta dañado según la hora indicada en los otros aparecen dos segmentos"</p> | |

Nota. Fuente Propia

De manera general, el resultado de la prueba y el planteamiento de la solución por parte del estudiante dejó entrever que, aunque no logran siempre dar una solución adecuada, dan una justificación de su resultado lo que sugiere ausencia de los procesos de evaluación que permitan corroborar el resultado obtenido.

El resultado de la prueba diagnóstica y la observación de la forma en que el estudiante afronta el problema, denotan una alta deficiencia en elementos cognitivos superiores en la mayoría de los estudiantes que inicia el curso, sin embargo, estos elementos mejoran de manera gradual en estudiantes que han adquirido algún conocimiento de programación. Por su parte, las habilidades de orden inferior muestran buena presencia y se van fortaleciendo a medida que el estudiante adquiere conocimientos mayores de programación y desarrolla el pensamiento computacional.

Se observa que las soluciones dadas por los estudiantes se relacionan con una alta capacidad para seguir secuencias, es decir, son capaces de ejecutar un algoritmo, sin embargo, otras habilidades que revisten mayor complejidad no son capaces de ejecutarlas de una manera adecuada o simplemente no se utilizan.

Entrevista Diagnóstica a Estudiantes

La entrevista diagnóstica se aplicó a cinco (5) estudiantes que iniciaban el curso de programación I y a cinco (5) estudiantes que iniciaban el curso de programación II una vez se finalizó el desarrollo de la prueba diagnóstica. Este instrumento estuvo orientado a determinar la forma como el estudiante percibía el desarrollo de la prueba y que elementos fueron necesarios para desarrollarla. La entrevista constó de 7 preguntas (Ver Anexo 3).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos una vez se transcribieron y se codificaron las entrevistas aplicadas y su interpretación.

Tabla 17

Entrevista Diagnóstico

| PED_1. ¿Qué elemento o elementos se le dificultaron en mayor medida al resolver los ejercicios planteados? | | |
|---|--|--|
| Programación I | Programación II | Interpretación |
| IEP1_1 “Se me dificulto por no tener las bases o conocimientos sobre los temas.” | IEP2_1 “La concentración y comprensión ya que a veces no sé lo que me están pidiendo, también se me dificulta explicar lo que hice o como lo hice” | Problemas como la comprensión, la interpretación o desconocimiento de procedimientos elementales son el mayor inconveniente que tienen los estudiantes al iniciar el curso para enfrentarse a este tipo de problemas, elementos que persisten en estudiantes de programación II pero que se suman a conceptos como la abstracción y la velocidad de respuesta. Las subcategorías que se obtienen una vez se codifican los elementos son: comprensión, conocimiento, interpretación, velocidad para los informantes de programación I y concentración, comprensión, sustentación, velocidad, memoria y secuencia para estudiantes de programación II |
| IEP1_2 “ALGUNOS NO LOS ENTENDI O NO SE SI LOS INTERPRETE DE OTRA MANERA Y NO PUDE RESOLVERLOS” | IEP2_2 “Diría que comprender el desarrollo de la prueba, abstraer lo que necesitaba de cada pregunta y dar una respuesta aún más rápida como solución final” | |
| IEP1_3 “De los ejercicios planteados me pareció más difícil donde se tenía que calcular, ya que no sabía de qué manera sacar la solución” | IEP2_3 “Organizar lo que pide el ejercicio. Buscar una forma de representar la solución de forma lógica” | |
| IEP1_4 “La interpretación y análisis de los gráficos debido a que tuve que utilizar ayudas manuales para captar mejor el ejercicio, así como encontrar los patrones o códigos.” | IEP2_4 “Recordar el nombre de las funciones o términos ya designados por el programa” | |
| IEP1_5 “El tiempo.” | IEP2_5 “Los ejercicios de aplicación del robot y el de los botes. En general, Aquellos en los que debía ver y comparar bien las imágenes” | |
| PED_2. ¿Qué tipo de conocimientos previos le permitieron solucionar los problemas de la presente prueba? ¿Por qué? | | |

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|---|--|--|
| IEP1_1 “Algunos cálculos matemáticos, por que ayudan a desarrollar varias incógnitas mediante diferentes operaciones. Usé también un poco de lógica orden y pensando como poder solucionarlos. Sin saber si la respuesta es correcta o no.” | IEP2_1 “En esta prueba creo que casi ninguno , pienso que fue más de razonamiento lógico excepto la pregunta 1 que se necesita saber las reglas básicas de las matemáticas” | Conocimientos matemáticos de operaciones básicas, y habilidades asociadas con la comprensión y el conocimiento expresan los estudiantes que fueron necesarias para desarrollar los problemas |
| IEP1_2 “Algunos conocimientos que aprendí en el colegio como probabilidad y matemática básica” | IEP2_2 “Considero que la lógica y el análisis fueron fundamentales para poder resolver dicha prueba, el hecho de comprender lo que se requería en cada pregunta y así determinar una respuesta adecuada, fueron fundamentales para la solución” | |
| IEP1_3 “Me ayudo la comprensión de lectura, la matemática, la lógica y hacer análisis más profundo, Porque cada una de ellas se enfoca en su debido tema y sin ellas hubiera sido difícil resolver gran parte de los ejercicios” | IEP2_3 “conocimientos previos de matemática básica, sumas, promedios, comparaciones. Aunque no pude resolver todos los problemas” | |
| IEP1_4 “Lógica matemática debido a que se interrelacionan conceptos y se debe hacer un análisis de cada ejercicio desde la parte lógica” | IEP2_4 “conocimientos sobre razonamiento o lógica y un poco de matemáticas” | |
| IEP1_5 “Comprensión lectora, resolución de problemas matemáticos básicos.” | IEP2_5 “Básicamente los conocimientos básicos obtenidos durante el recorrido en la universidad, ya que estos abren un poco el desarrollo cognitivo para la solución de problemas. Conocimientos como estadística por ejemplo el problema de los estudiantes se realizaba con una operación estadística para obtener la media de las notas” | |

Conocimiento Previo
Matemática Básica
Probabilidad y Estadística

Habilidad Cognitiva
Razonamiento Lógico (Análisis)
Comprensión Lectora
Orden

PED_3. ¿Cuál de las preguntas de la prueba anteriormente desarrollada le pareció más compleja contestar, cuál más sencilla? ¿Por qué?

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|--|---|--|
| IEP1_1 "La pregunta más complicada en la de sumar desde 1 hasta 1000, ya que es muy extenso y no tiene lógica hacer esa suma, se debe utilizar otro método. La más sencilla fue la de los dos barcos. Porque con simple lógica se da al resultado " | IEP2_1 “La más compleja a mi parecer fue la del reloj ya que demoré en entender a que se refería con segmentos y la más sencilla a mi parecer fue la de los perros ya que solo se tenía que ordenar utilizando comparaciones” | Estudiantes que apenas afrontan el curso de programación no muestran una inclinación bien definida sobre los elementos que dificultan el desarrollo de problemas, sin embargo, perciben que elementos que se relacionan con la comprensión como comparar, comprender o interpretar los resuelven más fácilmente. |
| IEP1_2 “La más compleja fue la del ajedrez ya que se me dificulto acomodar las | IEP2_2 “La más compleja fue la de la media de los alumnos, considero que intentar hallar la respuesta se me | |

fichas y así encontrar el diagrama correcto, la más sencilla la del reloj y del robot ya que no fue difícil de analizar”

IEP1_3

"El ejercicio más complejo fue el punto 6 y el más sencillo el punto 4. El punto 6 me pareció difícil ya que me preguntaba sobre el límite de peso máximo para llevar pescado, pero analizando y contando no es posible llevarlos ya que el total de pescado es de 810 Kilogramos y el peso límite de los 2 botes es de 600 Kilogramos, es imposible; después en el punto 4 fue fácil desarrollarlo, ya que me pedía seguir las instrucciones para encontrar la figura que formaba y me funciono"

IEP1_4

"La de los códigos casi nunca desarrollo ejercicios de ese tipo. Y quizás el más fácil el de los tableros con las fichas."

IEP1_5

"La más compleja 5 la del tablero, no logre identificar pues como se podrían unir las diferentes fichas de diferentes formas. La más sencilla la 4, la del robot creo que fue fácil de resolver los patrones e identificar pues la solución."

complicó muchísimo y pues en lo único que pensaba era en el tiempo de la prueba. La más sencilla fueron las del reloj y la del tablero con fichas que eran básicamente de observar y comparar”

IEP2_3

"Más compleja la 4, no entendí el planteamiento
Más sencillas la 8, había que encender un segmento sin apagar los otros ya que observando los graficos se me hizo fácil ver y completar las imágenes"

IEP2_4

"La más difícil me pareció la numero 7 sobre los pliegues, por la forma en la que se tenía que ver la figura en cuanto a su geometría y la más fácil la numero 3 de los perros no presento dificultad alguna."

IEP2_5

"La más compleja la del bote y la más sencilla la del recorrido del robot porque ya que nos daban las indicaciones a seguir y aparte nos daba una gráfica la cual es muy fácil de entender por esta razón fue mucho más fácil de contestar”

a seguir instrucciones u ordenar elementos, pero se les es difícil obtener alternativas para dar soluciones

Fácil

Algoritmos (comprensión)
Descomposición (análisis)

Difícil

Evaluación (evaluación)
Abstracción (análisis)
Descomposición (análisis)

PED_4. ¿Cuáles aptitudes o habilidades cognitivas considera le ayudaron a desarrollar de manera adecuada los problemas planteados?

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|--|--|--|
| IEP1_1 "Analizar, Comparar, Comprender, Concluir, Evaluar, Memorizar, Observar, Recordar" | IEP2_1 "Analizar, Comparar, Comprender, Descomponer, Evaluar, Identificar Patrones, Observar" | Al igual que lo identificado en la prueba, los estudiantes de los dos grupos seleccionados se inclinan por mencionar habilidades de orden inferior para la solución de los problemas. Elementos como la observación, comparación, la interpretación, la memoria y el uso de conceptos anteriores aparecen identificados por parte de los informantes. Cuando se consulta a los estudiantes con conocimientos de programación muchos incluyen nuevas habilidades, relacionadas con procesos cognitivos de orden superior, dentro de los que |
| IEP1_2 "Analizar, Comparar, Concluir, Evaluar, Identificar Patrones, Observar, Recordar" | IEP2_2 "Analizar, Comparar, Comprender, Concluir, Evaluar, Identificar Patrones, Observar" | |
| IEP1_3 "Analizar, Comparar, Comprender, Concluir, Evaluar, Identificar Patrones, Memorizar, Observar, Recordar" | IEP2_3 "Analizar, Comparar, Comprender, Concluir, Evaluar, Identificar Patrones, Memorizar, Observar, Reconponer" | |
| IEP1_4 | IEP2_4 | |

| | | |
|---|--|---|
| "Analizar, Comparar, Concluir, Memorizar, Observar, Recordar" | "Analizar, Comparar, Comprender, Descomponer, Identificar Patrones, Memorizar, Observar, Recomponer, Recordar" | encontramos la recomposición y la evaluación. |
| IEP1_5 "Analizar, Comprender, Concluir, Evaluar, Identificar Patrones, Observar" | IEP2_5 "Comparar, Descomponer, Evaluar, Memorizar, Observar, Recordar, Sintetizar" | Los elementos mencionados por los informantes permiten decantar los siguientes niveles: Análisis, comprensión, conocimiento, evaluación |

PED_5. ¿Cuáles aptitudes o habilidades cognitivas considera debe adquirir o mejorar para obtener mejores resultados al desarrollar pruebas de este tipo?

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|---|---|---|
| IEP1_1 "Adquirir: Abstraer, Sintetizar Mejorar: Analizar, Comprender, Concluir, Descomponer, Evaluar, Identificar Patrones, Recomponer, Recordar" | IEP2_1 "Adquirir: Memorizar, Concluir Mejorar: Abstraer, Analizar, Comparar, Comprender, Evaluar, Identificar Patrones, Observar, Recomponer, Recordar, Sintetizar" | |
| IEP1_2 "Adquirir: Abstraer, Comparar, Comprender, Concluir, Descomponer, Recomponer, Sintetizar Mejorar: Analizar, Identificar Patrones, Memorizar, Observar" | IEP2_2 "Adquirir: Abstraer, Sintetizar, Recomponer, Mejorar: Comprender, Descomponer, Memorizar, Recordar" | Es evidente que todos los procesos requieren de mejora, así lo reflejaron los estudiantes de ambos grupos. Sus respuestas muestran actividades relacionadas con habilidades ya adquiridas y de las cuales indicaron deben mejorar, una apreciación común en los dos grupos de programación. También dejan ver la necesidad de adquirir unas nuevas que, aunque no son explícitas para ellos, indican el desarrollo de habilidades de orden superior como la síntesis. |
| IEP1_3 "Adquirir: Abstraer, Descomponer, Recomponer, Sintetizar Mejorar: Analizar, Comparar, Comprender, Concluir, Evaluar, Identificar Patrones, Memorizar, Observar, Recordar" | IEP2_3 "Adquirir: Comprender, Abstraer, Sintetizar, Recomponer Mejorar: Analizar, Comparar, Concluir, Descomponer, Evaluar, Identificar Patrones, Memorizar, Recordar" | |
| IEP1_4 "Adquirir: Abstraer, Identificar Patrones Mejorar: Analizar, Comparar, Comprender, Concluir, Descomponer, Evaluar, Memorizar, Observar, Recomponer, Recordar" | IEP2_4 "Adquirir: Abstraer, Sintetizar Mejorar: Analizar, Comparar, Comprender, Concluir, Descomponer, Evaluar, Identificar Patrones, Memorizar, Observar, Recomponer, Recordar" | |
| IEP1_5 "Adquirir: Abstraer Mejorar: Memorizar, Recordar, Recomponer" | IEP2_5 "Adquirir: Analizar, Recomponer Mejorar: Comparar, Comprender, Sintetizar" | |

PED_6. De los siguientes elementos, ¿cuáles y de qué manera fueron utilizados para resolver los problemas presentados en la prueba diagnóstica?

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|--|----------------------------|--|
| IEP1_1 "Lo que utilice en casi todos los ejercicios fueron conocimientos de matemáticas y comparación con ejercicios que había realizado previamente. Las repeticiones no las | IEP2_1 IEP2_2 IEP2_3 | Una aproximación a la frecuencia de uso de ciertas habilidades, tomando como punto de partida la asociación de cada elemento con un nivel y las respuestas de los estudiantes, tal como se muestra en la tabla 8 |

| | | |
|--|---|---|
| utilice. Algunas veces se me dificultaba entender lo que preguntaban y solo si veía que tenía tiempo verificaba el resultado" | "Todos los elementos los apliqué, aunque dependía del punto y siempre entendí lo que me preguntaban" | <p>permiten evidenciar un alto uso de habilidades asociadas a la comprensión. Otro elemento que denota una alta utilización al momento de resolver los problemas tiene que ver con procesos de análisis y síntesis. Los demás elementos como el conocimiento, la aplicación y la evaluación expresan los estudiantes no utilizarlos de manera recurrente, sin embargo, son aplicados esporádicamente. Hay que prestar un interés particular a elementos de conocimientos y síntesis, pues una parte pequeña de los estudiantes indicaron no utilizarla.</p> <p>Ante las preguntas planteadas, podemos identificar que el uso de habilidades de orden inferior, y sobre todo las asociadas con la comprensión, son utilizadas en un alto porcentaje; otros elementos están asociados con el análisis y la interpretación del problema, dándonos la idea que dichas habilidades han sido desarrolladas por el estudiante previo al desarrollo del aprendizaje de la programación.</p> |
| IEP1_2 "Casi siempre entendí lo que pedían, aunque no siempre supe cómo resolverlo porque no tenía los conocimientos de cómo hacerlo. Todo lo demás lo utilice en algún problema en específico, pero no siempre" | IEP2_4 "Algunas veces tuve que recurrir a lo que había aprendido en programación y otras materias y me ayudo para mirar que servía o que no en el problema. Entender el ejercicio me ayudo a saber que hacer los demás elementos se usan para verificar los datos" | |
| IEP1_3 "Todos los elementos los utilice, pero se me olvidaban algunos conceptos que había aprendido antes o no me acordaba de algunos" | IEP2_5 | |
| IEP1_4 "Siempre me acordé de conceptos que había aprendido y los puede aplicar a los ejercicios. Apliqué las instrucciones entendí las preguntas. Por falta de tiempo no miro otra forma de hacerlo ni de comprobar si está bien" | | |
| IEP1_5 "No tengo conocimientos de métodos o estrategias para solucionar los ejercicios ni de buscar ejemplos que se parezcan. Se me hace fácil saber lo que se me pregunta para evitar irme por otro lado. Trato siempre de mirar que el ejercicio me quede bien" | | |

PED_7. ¿Cómo espera que el aprendizaje de la programación le ayude en el desarrollo de este tipo de problemas y al desarrollo de las habilidades cognitivas para solucionar problemas?

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|--|--|---|
| IEP1_1 "Si se reciben las clases adecuadas se pueden aprender los métodos y formas con las que se puedan resolver todo este tipo de problemas. Junto con las estrategias espero desarrollar una mejor habilidad mental que me permita identificar fácilmente el camino para solucionar el problema" | IEP2_1 "En la programación se requiere de mucha lógica por lo que mientras más me adentre en esta materia, más facilidad tendré de comprender, analizar y memorizar lo que me piden" IEP2_2 "Por lo menos sé con certeza que el desarrollo de un programa que me arroje un resultado de forma casi inmediata me ahorraría muchísimo tiempo, básicamente como si fuese una calculadora basándome en la | Muchas de las dificultades expresadas por los estudiantes se centran en la falta de comprensión del enunciado y en lo tener alternativas o métodos para solucionar los problemas. Esperan de forma general que el aprendizaje de la programación les aporte estos elementos, de manera que se reflejen en una mayor efectividad al momento de desarrollar los problemas, generalizando soluciones, reduciendo tiempos y evitando errores. |
| IEP1_2 "Pues espero que me ayude mucho más al momento de buscar una solución al problema ya que en | | |

| | | |
|--|--|--|
| algunos problemas no los entendí muy bien y otros no los capte de la mejor manera por esta razón espero mejorar mucho para la solución de los problemas. Creo que con el aprendizaje de la programación podré desarrollar mejores métodos para solucionar este tipo de problemas" | primera pregunta del resultado de contar desde uno hasta mil. La prueba básicamente está diseñada para aplicar cualquier tipo de recurso que uno tenga, lo mencioné varias veces, la lógica y el análisis fueron fundamentales en el desarrollo de esta prueba." | Códigos como comprensión, análisis, rapidez, eficiencia, métodos, habilidad mental fueron identificados en las respuestas a esta pregunta. |
| IEP1_3 "Primero que todo me ayuda mucho en mi caminata de ser un profesional con mucho mas conocimiento y entendimiento de los sistemas programáticos, patrones, algoritmos y un mejor manejo tecnológico. También la programación hace que entiendas las cosas por un lado diferente, diferenciar todo tipo de cosas y analizar mucho más a fondo." | IEP2_3 "Desarrollando problemas de la vida cotidiana, que uno pueda asociar los problemas plantados a algo del común." | |
| IEP1_4 "Impacto positivo en el desarrollo efectivo de problemas que se puedan presentar en la vida profesional y a su vez crear un pensamiento crítico frente a ello. Debido a que la programación son algoritmos y razonamientos matemáticos pensaría que mis habilidades cognitivas se mejoren y refuercen y posteriormente un mejor desarrollo de problemas" | IEP2_4 "Yo creo que los contenidos de la materia van a ser importantes para aprender a ver los problemas de una manera diferente, a plantear diferentes métodos para solucionarlos, buscar alternativas y siempre dar una solución. Con la elaboración de programas se va a poder automatizar las soluciones y así evitar errores al hacer cálculos." | |
| IEP1_5 "Espero que dentro de este contexto pueda aprender pues a secuenciar o identificar el patrón principal de un problema y de esta manera poder resolverlo de una forma más rápida y eficiente. " | IEP2_5 "Desarrollo del análisis y comprensión de los ejercicios ya que en programación se requiere mucho de análisis para el diseño de un algoritmo" | |

Nota. Fuente Propia

El análisis general de las respuestas obtenidas en la entrevista hecha a los informantes que tenían poco o mediano conocimiento de programación y que fue realizada al terminar la prueba diagnóstica ayudó a evaluar la percepción de los informantes ante la solución de los problemas planteados y como el uso de las habilidades cognitivas les permitieron, o no, dar solución a las tareas.

Al igual que lo refleja la prueba diagnóstica, la entrevista deja al descubierto problemas generales de interpretación y comprensión en los estudiantes que inician o han visto un curso de programación, así como deficiencias o desconocimiento de herramientas y técnicas que les permitan desarrollar de una manera más adecuada los problemas planteados. Al indagar sobre qué problemas se les facilitaron, las respuestas dadas permitieron determinar que los problemas con contenidos de algoritmos o descomposición son fáciles de resolver por los estudiantes, mientras que los que requieren habilidades cognitivas más complejas como evaluación, abstracción y síntesis se les dificultan.

También se logró establecer que el estudiante espera que el aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional le aporte a la consecución de mejores resultados, le proporcione los elementos necesarios para resolver los problemas y mejore las habilidades de observación, comparación, comprensión y análisis. Muchos esperan tener una mayor efectividad al momento de desarrollar los problemas, reduciendo los tiempos y minimizando los errores.

Prueba Validadora

La prueba validadora consistió en ocho preguntas que se aplicaron a cinco (5) informantes estudiantes de programación II (ver anexo 5) una vez finalizaron el curso. Este grupo representa aquellos informantes que cuentan con un conocimiento superior de programación respecto a los anteriores. Dichos informantes también participaron de la aplicación de la prueba diagnóstica que se aplicó al inicio del semestre, lo que permite medir el avance de los estudiantes al adquirir conocimientos avanzados de programación y por ende un mayor desarrollo del pensamiento computacional.

La tabla 18 muestra los resultados obtenidos por informante en la prueba diagnóstica

Tabla 18*Resultados Prueba Validadora*

| Pregunta | IEP2_1 | IEP2_2 | IEP2_4 | IEP2_5 | IEP2_6 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 Suma de Números | SI | SI | SI | SI | SI |
| 2 Nota promedio | SI | NO | NO | SI | SI |
| 3 Comida de Animales | SI | SI | SI | SI | SI |
| 4 Servicio de Transporte | SI | SI | SI | SI | SI |
| 5 Dibujar Rectángulo | SI | NO | NO | SI | SI |
| 6 Estatura Ardillas | SI | NO | NO | SI | NO |
| 7 Programa Agitar Muestra | NO | SI | SI | SI | SI |
| 8 Cartas Boca Arriba | SI | SI | SI | SI | SI |

Nota. Fuente Propia

Al aplicar la relación del acierto de pregunta con respecto a la habilidad que se utilizó y teniendo como soporte la relación planteada en la tabla 8 (Habilidad por Pregunta), se obtuvieron los resultados que se presentan en la siguiente tabla, la cual permite determinar el uso y efectividad de la habilidad computacional al desarrollar los problemas planteados

Tabla 19*Resultados por Habilidad Prueba Validadora*

| Habilidad | Si | No | No Contestó |
|------------------------------|----|----|-------------|
| Descomposición (DE) | 14 | 1 | 0 |
| Abstracción (AB) | 22 | 3 | 0 |
| Reconocimiento Patrones (PR) | 13 | 2 | 0 |
| Algoritmos (AL) | 24 | 6 | 0 |
| Evaluación (EV) | 5 | 0 | 0 |
| Razonamiento Lógico | 2 | 3 | 0 |

Nota. Fuente Propia

Los elementos anteriormente presentados reflejan el comportamiento de los estudiantes con un conocimiento superior de programación; sin embargo, no pretenden medir la efectividad de los estudiantes de manera general al resolver los problemas propuestos, su objetivo está en poder relacionar las habilidades del pensamiento computacional que utilizaron los informantes cuando tenían conocimientos de programación.

Los resultados muestran una mejora significativa en el desarrollo de la prueba lo que indica un mejor desempeño en cuanto a las habilidades asociadas con el pensamiento computacional de los estudiantes que tienen mayor conocimiento sobre programación. Se observa que logran aplicar elementos asociados con habilidades de orden superior, como descomposición y evaluación y elementos de generalización asociados con la síntesis, que se miden a través de la capacidad de identificación de patrones y de pensamiento algorítmico.

Como elemento particular se debe mencionar que el razonamiento lógico sigue mostrando un buen desempeño, es una habilidad que permanece a lo largo del tiempo en los estudiantes y que no se afecta a causa del desarrollo de habilidades asociadas al pensamiento computacional.

Una análisis entre los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica aplicada a estudiantes con ningún o bajo conocimiento de programación y los resultados de la prueba presentada en este apartado, mostró una alta tendencia de mejora en cuanto a la solución de los problemas para los estudiantes que han obtenido conocimientos de programación en todas las habilidades cognitivas asociadas con el pensamiento computacional, recalcando avances significativos en procesos de descomposición, abstracción, generalización y evaluación.

Observación Desarrollo Prueba Validadora

A medida que el informante desarrollaba cada ítem de la prueba aplicada, debía plasmar una breve explicación de la forma en que resolvía los ejercicios. Sus aportes se presentan en la tabla 20 y sirvieron como mecanismo de observación por parte del investigador.

Tabla 20*Observación Prueba Validadora*

| <i>P1. Suma de Números</i> | | |
|---|---|--------------------|
| Programación II | Observación | |
| IEP2_1 “Si, la respuesta es 500,500 ... lo hice multiplicando 1001/2 y luego lo multipliqué por 1000. no ,no encontré otro método mejor o más simple” | | |
| IEP2_2 "El resultado de sumar del 1 al 10 es 55, y si podría encontrar la respuesta al siguiente problema, usando la fórmula de Gauss $n(n+1)/2$, en el que para este caso $n=1000$ y el resultado sería 500.500. - Otra alternativa sería a la mitad de n le sumo .5 y lo vuelvo a multiplicar por n $500.5*1000= 500.500$ " | Al revisar la forma en que el estudiante plantea la solución para este ítem se observa que aplican el método de Gauss, método matemático para el cálculo de series que es muy útil para este tipo de ejercicio. Algunos de los estudiantes siguen sin presentar esfuerzo para buscar alternativas más eficientes a las inicialmente planteadas. | |
| IEP2_4 “Otra alternativa sería sumar los números de los extremos y ese resultado multiplicarlo por la mitad de datos a sumar. Así: $(1000+1) * 500=500500$ ” | | |
| IEP2_5 “55, si los podría solucionar. Utilice la misma alternativa utilizada en el 1 test” | | |
| IEP2_6 “utilizando la fórmula $n(n+1)/2$ o con los conocimientos de programación implementando un ciclo repetitivo que cubra todos los números a sumar” | | |
| <i>P2. Nota Promedio</i> | | |
| Programación II | | Observación |
| IEP2_1 “la nota media de los alumnos que aprobaron es de 8 lo que hice fue restar el número de reprobados y luego multiplicar un número el cual al multiplicar todo y sacar el promedio me dio 6, a pesar de que hay métodos más sencillos decidí hacerlo así” | | |
| IEP2_2 “La nota media para los alumnos aprobados es de 8, puesto que para resolver este problema es necesario conocer sobre la teoría de promedio ponderado, se tiene en cuenta los datos del total de alumnos y los alumnos que reprobaron el curso, teniendo esto en cuenta podemos obtener la media de los que aprobaron” | El estudiante es capaz de utilizar procedimientos matemáticos simples. A diferencia de los resultados de la prueba diagnóstica, los estudiantes aparentemente comprenden completamente el enunciado del ejercicio y su planteamiento está correctamente enfocado. Sigue existiendo deficiencias en procesos de evaluación que permitan validar la respuesta obtenida. | |
| IEP2_4 “Como tenemos el promedio total, y el número de personas, obtenemos la suma de todas las notas, restamos la suma de los que no aprobaron y dividimos por la cantidad de personas que si aprobaron” | | |
| IEP2_5 “la nota media vendría siendo de 0.7 de los 14 alumnos que pasaron el examen realizando una estadística comparativa” | | |
| IEP2_6 | | |

“Supongo que 6 pues 12 alumnos superaron el 5 lo que entiendo que todos tienen 6”

| <i>P3. Comida Animales</i> | |
|--|--|
| Programación II | Observación |
| IEP2_1 “el perro que come menos es el labrador. lo unico que hay que hacer para hacer este tipo de ejercicios es buscar el orden en el que van akita>pastor>pitbull>labrador” | |
| IEP2_2 “Teniendo una secuencia se obtiene que el Labrador es el que come menos, ya que según la información nos da a entender que dos de los perros comen más que él y el tercero, come menos que uno de los otros dos” | En este ítem no cambió la dinámica presentada en la prueba diagnóstica, los estudiantes aciertan en la solución y su planteamiento incluye elementos de comparación y observación. No se encuentra diferencias significativas en el planteamiento de la solución respecto a la prueba inicial. |
| IEP2_4 “El texto dice que el pastor y el pitbull comen más que el labrador y si el Akita come más que el pastor, por lo tanto, el que come menos es el labrador” | |
| IEP2_5 “el labrador come menos que menos todos comen más que el” | |
| IEP2_6 “le asigne un valor numérico a cada raza, teniendo en cuenta la condición inicial que el número del pastor sea mayor al del labrador y el pitbul y el akita mayor que todos. luego usando el condicional if y comparando unos con otros al final imprimir el menor, por ejemplo: if pastor<labrador: menor="pastor" y asi con todos” | |

| <i>P4. Servicio Transporte</i> | |
|--|---|
| Programación II | Observación |
| IEP2_1 “buscar la ruta más larga y siempre tratar de dejar un espacio abierto en donde pueda seguir sin repetir la ruta” | |
| IEP2_2 “El análisis que hice fue primero mirar por cuál camino me convenía más e intentar ver cómo podía llegar al destino sin repetir ningún trayecto, por consiguiente, al final encontré el camino más adecuado que se ajustaba a las necesidades que buscaba” | El ítem evalúa elementos de descomposición, abstracción y algoritmos. Todas las respuestas de este ítem fueron correctas lo que implica destreza de los estudiantes en dos habilidades de orden superior y afianzamiento del pensamiento algorítmico. Es capaz el estudiante de seguir instrucciones y realizar comparaciones. El ejercicio permite buscar rutas alternativas generando elementos de comparación. |
| IEP2_4 “Se tienen en cuenta el no saltarse los números más altos, sin embargo, realizar los cálculos al final de las opciones usando varias opciones” | |
| IEP2_5 “Generé varias alternativas teniendo en cuenta no repetir puntos, lo hice con simple observación y obtuve este resultado 2-1-5-3-4-8-2” | |
| IEP2_6 “seguí el orden de los puntos y sume los números de su lado” | |

| <i>P5. Dibujar Rectángulo</i> | |
|-------------------------------|--------------------|
| Programación II | Observación |

IEP2_1

"1) giro a la derecha y avanza 50 cm 2) giro hacia abajo y avanza 3) luego giro hacia derecha y avanza 4) giro hacia abajo nuevamente y avanza 5) giro a la izquierda y avanza 6) giro hacia arriba y avanza 7) giro hacia abajo y avanza 8) giro a la izquierda y avanza y por ultimo giro hacia arriba y avanza "

Este ítem es importante porque permite evaluar la capacidad que tiene el estudiante para describir una secuencia de pasos a seguir, demostrando habilidad en el pensamiento algorítmico, además del reconocimiento de patrones que permitan simplificar las soluciones. Algunos estudiantes presentan notorias deficiencias al interpretar el enunciado para llevarlo a un algoritmo y muchas veces su planteamiento no es claro lo que desencadena en soluciones erróneas. Otro grupo de estudiantes es capaz de describir claramente lo que se debe hacer. No se reconoce el patrón como elemento diferenciador para simplificar la solución.

IEP2_2

"Si partimos desde el punto A y seguimos unas instrucciones específicas podríamos obtener por cada vez que el final llega al inicio, 3 rectángulos más los que obtendríamos con una secuencia diferente. Obteniendo un total de 4 por ejecución. Secuencia (5,1,3) cada bloque de 50 cm."

IEP2_4

"Avanzar, girar a la derecha, avanzar, , girar a la derecha, avanzar, avanzar, , girar a la derecha, avanzar, , girar a la derecha, avanzar"

IEP2_5

"girando en sentido izquierdo"

IEP2_6

"En el punto de partida tomo un grado de 90 y en su final avanza los 50 centímetros luego bajo 1m y hago otro giro de 90 hasta unir los puntos"

P6. Estatura Ardillas

Programación II

Observación

IEP2_1

"Inicio por determinar quién no tiene una ardilla en frente, esa es la primera, en este caso Diggy Como su suma es cero, entonces no hay más altas que ella. Después puedo tener a Amy o a Cuttre, y solo hago una prueba con cada una. Los demás valores se van dando de la misma forma"

IEP2_2

"Por qué, por qué de esta manera ninguno incumple la regla de la cantidad de personas que están delante o detrás que sean más altas, por ejemplo diggy no tiene detrás ni delante a nadie más alto (puede estar al final o al inicio) pero está Couttree que tiene 1 persona más alta delante pero ninguna atrás y como diggy es más alto que todos por tanto no puede estar detrás de Couttree, ósea que su posición es la primera y la de Couttree es la última."

Para el estudiante no es clara la forma en que debe iniciar el planteamiento de la solución y esto causa que no se llegue a una correcta solución. Aunque parece ser un ejercicio de simple observación se requiere de habilidades asociadas con la abstracción de manera que se logre tener el punto adecuado de partida, puede ser esta la causa que genera no obtener una solución adecuada. Las personas que solucionaron el problema de manera adecuada lograron identificar cual era la ardilla más alta en primera instancia.

IEP2_4

"Para determinar el orden, utilizamos a quien no tiene a nadie más alto, y luego empezamos a ubicarlos según la cantidad de personas más altas que tiene a sus lados"

IEP2_5

"mirando detalladamente el análisis de las que ve cada una delante de ellas, de la información de la tabla"

IEP2_6

"No lo hizo"

P7. Agitar Muestras

Programación II

Observación

IEP2_1

"creo que la respuesta es la c, sin embargo no sé cómo explicar el análisis"

Casi todos los estudiantes utilizan los conocimientos adquiridos en cuanto a estructuras de control de los cursos de

| | |
|---|---|
| <p>IEP2_2 “El mismo programa indica que cada vez que se ejecute, la muestra se agitará una vez, por lo que sería mejor cambiar el programa para que cada vez que se le adiciona un valor a “A” éste se agitara.”</p> | <p>programación para desarrollar el problema. Validan la escritura del código y determinan la secuencia de pasos que se debe seguir, concluyendo de manera adecuada la respuesta. También se precisa que, aunque utilizan el conocimiento previo, no emplean elementos de evaluación para corroborar la solución, por ello vemos la palabra “creo”.</p> |
| <p>IEP2_4 “Observamos que el código solo estará sumando 1 a A y enviando el código de la línea 6 a la 2 infinitamente”</p> | |
| <p>IEP2_5 “creo que la respuesta es la A, porque en la línea 7 siempre devuelve el programa a un punto anterior”</p> | |
| <p>IEP2_6 Aunque existen instrucciones para que se agiten las muestras, una primera instrucción hace que el programa salte a la línea 7 y después regrese a la línea 2 para volver a empezar. El programa nunca sale de este ciclo entonces no se agitan las muestras</p> | |

P8. Cartas Boca Arriba

| Programación II | Observación |
|--|---|
| <p>IEP2_1 "1)repeti varias veces los pasos a ver si había un patrón 2)luego de encontrar que se repetía el mismo procedimiento en cada cierto paso lo use para hallar la respuesta"</p> | |
| <p>IEP2_2 Llegué a la conclusión de que, al llegar a la carta final, y ésta se voltea queda boca arriba y tendría que comenzar de nuevo la secuencia y así sucesivamente a hasta retornar a la carta #6, que da inicio al comienzo del ejercicio. El total de pasos para lograrlas levantar todas es de 245.</p> | <p>Es uno de los problemas mas complejos planteados y tiene que ver con reconocimiento de patrones, algoritmos, abstracción y descomposición. Los estudiantes utilizan diferentes estrategias para intentar dar solución, algunas van desde la elaboración manual y otras intentan encontrar secuencias que se puedan representar simbólicamente y agilicen la solución. Todos los mecanismos utilizados son válidos y denotan el uso creativo de soluciones para resolver este tipo de problema. Todos los estudiantes acertaron en la solución.</p> |
| <p>IEP2_4 Para saber el resultado analizamos hasta la tercera carta y vemos que hay una secuencia que nos puede indicar el dato según vayamos dando la vuelta a cada carta, sumándole uno 1 al aumentar la vuelta de una carta así: (1+2)=3 segunda carta, (3+4)=7 tercera carta, (7+8)=15 cuarta carta</p> | |
| <p>IEP2_5 realizando un sistema de alternación mediante la explicación descrita en ejemplo</p> | |
| <p>IEP2_6 Se hizo una prueba con una baraja que tenía a la mano, me di cuenta que cada potencias de dos se iban poniendo todas las cartas boca arriba. Por ejemplo, en el segundo movimiento se pone 1, en el cuarto 2, en el octavo 3 y en el 16 4 cartas. Si seguimos con la secuencia necesitaría 2 a la 7, es decir 128 para llegar a 6 cartas</p> | |

Nota. Fuente Propia

Como se había evidenciado en la prueba diagnóstica, el comportamiento de los estudiantes que tienen algún conocimiento de programación al resolver los problemas planteados sigue mejorando. Los resultados de la prueba permiten evidenciar mayor efectividad en el planteamiento

y análisis realizado para resolver cada problema, puesto que son más acordes con lo que el estudiante quiere representar en su solución. En esta prueba se pudo evidenciar un alto contenido de elementos asociados al pensamiento computacional, elementos que eran escasos en la primera prueba. Los resultados presentados y las observaciones realizadas también permitieron identificar que muy pocos estudiantes del curso de programación II tuvieron dificultades al desarrollar pruebas con elementos asociados a la descomposición, el pensamiento algorítmico sigue siendo una fortaleza y además se incluyen elementos de evaluación.

Entrevista validadora a Estudiantes

Una entrevista adicional fue aplicada a cinco (5) estudiantes que finalizaron el curso de programación II y constaba de 5 preguntas, donde los estudiantes expresaban la manera en que el curso de programación influyó en la forma en que resolvían los problemas planteados y en su rendimiento académico (Ver anexo 6).

Tabla 21

Entrevista Validación

| PEV_1. Definida una habilidad cognitiva como "la capacidad intelectual que tiene un individuo para desarrollar una actividad específica", ¿Qué habilidades cognitivas pudo mejorar o adquirir durante el curso de programación? | | |
|--|---|---|
| | Programación II | Interpretación |
| IEP2_1 | "mejore las habilidades cognitivas de: atención, memoria, razonamiento, creatividad " | |
| IEP2_2 | "Considero que pude mejorar mucho el razonamiento y la memoria, además de que empleé otras habilidades que me permitieron el desarrollo y mejor comprensión de cada uno de los ejercicios. La creatividad y la atención fueron fundamentales en este proceso, así como Innovación, Orden, Planificación, seguimiento" | La percepción del estudiante respecto a las habilidades que el aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional está orientada a la mejora de elementos de análisis y comprensión, así como el desarrollo del razonamiento y la memoria. Adicionalmente el estudiante expresa tener mejoras en la creatividad y la concentración. |
| IEP2_4 | De manera general, con el curso de programación pude mejorar el procesamiento de la información, esto es la atención, percepción, memoria, resolución de problemas, comprensión, | |

establecimientos de analogías, sobre todo la memorización ya que no todos somos buenos en esa habilidad, algunos debemos repetir hasta lograr el objetivo y llegar a la memorización de las cosas.

IEP2_5

el pensamiento analógico y la creatividad, gracias a que empezamos a ver cosas más detenidamente siempre usando la parte lógica, además la creatividad al momento que no vemos solo lo lógico al resolver un problema pues ideas diferentes estrategias para así poder realizar cada ejercicio sin hacerlo de la misma manera.

IEP2_6

"Mejore mi análisis y comprensión.

Y aprendí a relacionar mejor las cosas que tengo para poder dar una mejor solución a problemas"

PEV_2. ¿Qué aspectos mejoraron en el desarrollo de la prueba después de haber visto el curso de programación?

| Programación II | Interpretación |
|-----------------|----------------|
|-----------------|----------------|

IEP2_1

"razonamiento, a pesar de tener varias ideas de cómo hacer los ejercicios se me hace muy difícil ordenarlas para llegar al resultado tampoco sé cómo plantear o hacer un análisis"

IEP2_2

"La solución de problemas y la implementación de nuevas técnicas de desarrollo para ejercicios en los que antes fallaba la respuesta o me demoraba mucho más tiempo en hallando soluciones"

Al utilizar nuevos métodos y herramientas el estudiante siente que puede desarrollar los problemas de una manera más eficiente. La comprensión del ejercicio permite interpretarlo de mejor manera y buscar alternativas de solución.

IEP2_4

"Creo que mejoraron las habilidades para comprender el problema y poder desarrollarlo de una manera más rápida y eficaz, haciendo uso de los mejores métodos aprendidos en clase"

IEP2_5

"Análisis funcional de la información y desarrollo de procesos productivos a través de manejo de lenguajes computacionales"

IEP2_6

"Pues realmente hice lo que entendí con conocimientos de otras áreas incluyendo la programación."

PEV_3. ¿Cómo influye el conocimiento adquirido en el curso de programación en la forma como ahora soluciona los problemas planteados en esta y las demás asignaturas?

| Programación II | Interpretación |
|-----------------|----------------|
|-----------------|----------------|

IEP2_1

La materia de programación permite crear un pensamiento analítico y ordenado frente al planteamiento y resolución de problemas.

Los estudiantes expresan la importancia del aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional en los elementos que permiten tener alternativas en la solución de problemas. La secuenciación y el ordenamiento como componentes del pensamiento algorítmico y elementos de diseño y planeación como ejes fundamentales para conseguir buenos resultados fueron

IEP2_2

he logrado adquirir cierta comprensión lectora en cuanto al planteamiento de muchos ejercicios y también me ha ayudado a adquirir ese conocimiento de como empezar a resolver los problemas

IEP2_4
me influyó en el tema para antes de realizar los ejercicios hacer un borrador con la estructura base de lo que se quiere desarrollar y llevar a cabo para tener con que guiarme cuando lo vaya desarrollando

mencionados por los informantes en este apartado.

IEP2_5
pues gracias a que cuando vemos un ejercicio desde la perspectiva de la programación, lo evaluamos y dividimos en partes mas comprensibles esto hace que podamos seguir un proceso por el cual guiarnos cuando debamos resolver un ejercicio.

IEP2_6
Cómo lo dije anteriormente se analiza mejor y ante tal análisis se comprenden mejor dichos problemas

PEV_4. ¿Cómo aportó el curso de programación en el desarrollo académico de las materias vistas este semestre manera general?

Programación II

Interpretación

IEP2_1
el aporte que me dio programación en cuanto a las materias vistas fue en la resolución y análisis de problemas ante situaciones que requieren seguir una serie de algoritmos o mejor dicho procedimientos, entendimiento de muchas ecuaciones y de cómo funcionan estas internamente

IEP2_2
Tiene un aporte muy valioso porque esta metería nos ayuda a interpretar mejor e innovar nuevas técnicas las cuales las ponemos en práctica con las demás materias

IEP2_3
En programación hay que usar lógica, habilidad que se fue enriqueciendo durante el desarrollo del curso, esto aportó un mejoramiento de análisis de ejercicios, lo cual sirve mucho para el desarrollo académico de las demás materias.

IEP2_4
aporta el dar un punto de vista diferente a la solución de problemas y de forma creativa, además el uso de un programa nuevo que da varias herramientas para trabajar y codificar también ayuda bastante

IEP2_5
Me ayudó mucho, aunque no fui del todo perfecta es las evaluaciones realizadas por el curso, aprendí a ser más objetiva y a plasmar mejor las cosas

Nuevamente expresan la capacidad que se desarrolla para visualizar soluciones de manera diferente, permitiendo tener alternativas que consigan el mismo resultado. Se sigue identificando el desarrollo del pensamiento computacional como un factor diferencial al solucionar problemas, ayudando en elementos de habilidades inferiores como análisis y comprensión, pero también muy influyente al momento de realizar una planificación y la utilización de alternativas en las soluciones. Aparecen términos como creatividad, innovación, alternativas.

PEV_5. Mencione como las habilidades cognitivas adquiridas o mejoradas le van a servir para mejorar su desempeño académico y personal

Programación II

Interpretación

IEP2_1
"la concentración me servirá para prestar atención a los pequeños detalles que pueden hacer la diferencia el razonamiento y la lógica a poder buscar soluciones de una manera más eficiente "

 IEP2_2

La atención, el razonamiento y la capacidad de abstracción me permitieron tener mayor fluidez en el momento de la lectura del ejercicio; la creatividad, comprensión y evaluación ayudaban a que existiese más formas de pensamiento crítico con respecto a los ejercicios, puesto que en varios me vi en la obligación de idear formas de posibles soluciones, desechar las mismas y seguir intentando el desarrollo satisfactorio de éstos

IEP2_3

Creo que lo que más me puede servir del curso es facilitar el desarrollo de algunas actividades, junto con la habilidad para poder razonar y pensar bien antes de para hacer algo.

IEP2_4

Procesamiento de grandes cantidades de información y desarrollo de procesos matemáticos que son de manera eficaz y útil en la vida cotidiana que nos facilitaran un desarrollo personal.

IEP2_5

"Observar - Esta habilidad me puede ayudar a entender lo que este sucediendo a mi alrededor

Comparar - Puedo comparar dichas observaciones de alguna situación con otras

Comprender - Si comprendemos un problema podemos llegar a analizarlo mejor

Memorizar - Esta habilidad nos ayuda a mecanizar los conocimientos y patrones que nos puedan ayudar en algún momento

Analizar- Nos ayuda realizar análisis de situaciones que como futuros ingenieros se puedan presentar

Concluir- Con esta habilidad podemos llegar a formular las ideas o en si los planteamientos finales que nos deja un proyecto"

Nota. Fuente Propia

Los estudiantes que concluyeron el curso de programación II y que desarrollaron de mejor manera las habilidades asociadas al pensamiento computacional expresan que el conocimiento adquirido les otorgó mejoras en los procesos asociados con la comprensión y el análisis. Por otro lado, la mayoría de ellos dejó claro que el desarrollo del pensamiento computacional les permitió tener diferentes alternativas al momento de solucionar problemas, así como la adquisición de nuevas herramientas y técnicas que les facilitaron la resolución de los problemas, siendo más eficientes y creativos. Otro de los factores fundamentales que se decantó al realizar la revisión de

las respuestas dadas en la entrevista, es el método que se aplica, pues muchos de ellos entendieron la importancia de la planeación y el diseño, fundamentales al momento de enfrentarse a cualquier tarea, no solo las de desarrollo de software.

De manera general, los informantes ven en el desarrollo del pensamiento computacional la alternativa para mejorar aspectos académicos y personales que, asociados a las habilidades innatas para resolución de problemas, permitan dar soluciones de una manera más coherente, eficiente y ordenada.

Entrevista a Docentes

Con el fin de establecer relaciones desde los diferentes actores del aula y poder plasmar la percepción de los docentes sobre la forma en que los estudiantes desarrollan, mejoran y utilizan diferentes destrezas, sobre todo las relacionadas a las habilidades cognitivas y las asociadas al pensamiento computacional, se aplicó una entrevista con ocho (8) preguntas a tres (3) docentes, dos de ellos del curso de programación I y otro del curso de programación II (ver anexo 8).

Tabla 22

Entrevista a Docentes

| PD_1. Indique que aptitudes o habilidades mínimas deben tener los estudiantes al iniciar el curso de programación | | |
|--|---|--|
| Programación I | Programación II | Interpretación |
| IDP1_1 "Analizar, Comprender, Concluir, Evaluar, Memorizar, Recordar" | IDP2_1 "Comparar, Comprender, Memorizar, Observar, Recordar" | Desde el punto de vista docente, es suficiente con que el estudiante tenga habilidades cognitivas de orden inferior para iniciar el curso. Solo elementos como la comprensión, la memoria, la observación serían suficientes para poder aprender a programar. Con esto podemos decir que no necesitamos habilidades superiores pero el aprendizaje de la programación si nos puede aportar dichas habilidades para mejorar en otros aspectos |
| IDP1_2 "Analizar, Comparar, Comprender, Observar" | | |
| PD_2. ¿Cuál cree que es la mayor dificultad que tiene el estudiante al momento de dar la solución a un problema? | | |

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|---|--|--|
| <p>IDP1_1 “Si el estudiante analizara los problemas no tendrían ningún inconveniente en realizarlos, empiezan por el final de la solución en vez de hacerlo con pasos ordenadamente”</p> <p>IDP1_2 “Interpretar dicho problema y abstraer la situación que debe simular para ofrecer la solución al enunciado con la situación problema planteada, evitando elementos innecesarios. También se nota falta de comprensión lectora y raciocinio para enfrentar el rol de programador”</p> | <p>IDP2_1 “Las mayores dificultades que he observado es la comprensión del problema y el razonamiento o análisis para la solución del mismo con algún lenguaje de programación. Esto conlleva a que los estudiantes deben tener un pensamiento abstracto y analógico para la solución de los problemas de programación.”</p> | <p>Elementos de orden inferior también indican los docentes son causantes de no dar soluciones adecuadas a los problemas, análisis y comprensión los catalogan ellos como los elementos más relevantes</p> |

| PD_2. ¿Cómo espera que los contenidos del curso de programación ayuden a subsanar dicha dificultad? | | |
|---|---|---|
| Programación I | Programación II | Interpretación |
| <p>IDP1_1 “El curso de programación creo que le puede dar las herramientas al estudiante para ser más metódico, de manera que permita definir claramente el proceso que debe seguir. Para ello se requiere además que mejore sus procesos de análisis y comprensión, cosa que puede lograr a lo largo del curso”</p> <p>IDP1_2 “Espero que el contenido del curso le sirva al estudiante a adaptar las diferentes situaciones a elementos de mejor comprensión, para ello el plantear problemas prácticos y relacionados con ejemplos muy similares a situaciones cotidianas de la vida con el fin de impulsar un pensamiento lógico y así puedan abstraer la solución que se requiere y apliquen un pensamiento lógico con los conceptos teóricos del contenido”</p> | <p>IDP2_1 “Implementar dentro de los primeros contenidos del curso las estrategias pedagógicas que ayuden al fortalecimiento de estas dificultades. Buscando un contexto de interacción comunicativa para la resolución de los problemas ayudando a que el estudiante tome la confianza y la valentía de resolverlos tomando un grado de motivación y de credibilidad alto”</p> | <p>Aparecen en este ítem elementos cognitivos de mayor envergadura. Abstracción y descomposición son elementos que aportan desde el punto de vista docente a la solución de problemas y se siguen manteniendo fortalecimiento de habilidades cognitivas medias e inferiores como comprensión y aplicación de nuevos métodos</p> |

| PD_3. ¿Cuáles aptitudes o habilidades cognitivas considera se adquieren o mejoran durante el aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional? | | |
|--|--|--|
| Programación I | Programación II | Interpretación |
| <p>IDP1_1 "Mejoran Analizar, Comprender, Concluir, Evaluar, Memorizar, Recordar, Sintetizar</p> | <p>IDP2_1 "Mejoran: Analizar, Comparar, Comprender, Descomponer, Memorizar, Observar, Recordar</p> | <p>Habilidades cognitivas de orden inferior como análisis, comprensión, memoria son mejoradas al ver los cursos de programación.</p> |

| | | |
|--|--|--|
| Adquieren: Abstractar, Comparar, Descomponer, Identificar Patrones, Observar, Recomponer " | Adquieren: Abstractar, Evaluar, Identificar Patrones, Recomponer, Sintetizar " | Habilidades cognitivas de orden superior como abstracción, descomposición, identificación de patrones, síntesis y recomposición son mejoradas al ver los cursos de programación. |
|--|--|--|

IDP1_2

"Mejoran: Analizar, Comprender
Adquieren: Abstractar, Concluir, Descomponer, Evaluar, Identificar Patrones, Sintetizar "

PD_4. ¿Cómo considera que dichas habilidades cognitivas mejoran los procesos de aprendizaje de los estudiantes en esta y en las demás materias que curse?

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|--|--|---|
| <p>IDP1_1 "Las cosas que se aprenden en esta materia no son exclusivamente para ella como tal, sino para la vida. En este curso puede adquirir destreza en alternativas de solución, visualizar soluciones de una manera diferente y crear soluciones genéricas para cualquier tipo de problema"</p> <p>IDP1_2 "Considero que ayudan enormemente ya que se refuerza o el estudiante con estas habilidades adquiere un pensamiento más lógico, algorítmico que puede aplicar en cualquier situación problema que pueda enfrentar en su cotidiano vivir"</p> | <p>IDP2_1 "Se podría indicar que al mejorar todas las habilidades cognitivas estas nos ayudan en el proceso de aprendizaje y en todas las demás nociones de inteligencia y de experiencia que pueda tener un ser o una persona. Estas habilidades enseñarían a realizar tareas de alta complejidad y fundamentar las relaciones con casos de la vida y de las otras materias o áreas de estudio. Estoy convencido que si se aumentan las habilidades cognitivas al estudiante se le facilitará el proceso de aprendizaje cualquiera que sea su preferencia de conocimiento. Son las habilidades cognitivas que ayudarán a desenvolverse en el medio o enfrentar los diferentes retos que se propongan"</p> | <p>Con el aprendizaje de la programación el estudiante puede desarrollar destrezas para plantear soluciones alternativas, siendo notorio el desarrollo de la creatividad, estas soluciones pueden generalizarse para sean aplicadas a otros problemas de igual o similar planteamiento. El relacionar un problema a actividades reales y cotidianas le facilita su proceso de aprendizaje, siendo este significativo y permitiendo la apropiación del conocimiento.</p> |

PD_5. ¿Qué estrategia utilizar para que, cuando hable en términos técnicos, el estudiante sea capaz de relacionarlos con el proceso mental que debe desarrollar?

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|--|---|--|
| <p>IDP1_1 Utilizo varios términos para referirme a dichos términos técnicos, para que me entiendan. También trato de explicarles lo mismo siempre, un paso a la vez, todo tiene un orden y deben aprender a hacerlo así, ordenadamente</p> <p>IDP1_1 Busco situaciones simples y que sean fáciles de captar para ellos, como por ejemplo una iteración se asemeja a dar una vuelta a la manzana, de este modo relaciono el concepto técnico con un imaginario fácil de comparar para el estudiante</p> | <p>IDP2_1 La estrategia que se utilizo es la asociación con términos o procesos del diario vivir, para la comprensión de los términos técnicos. Realizando un relacionamiento de los mismos con actividades y términos cotidianos que puedan semejar o que indiquen la tarea a realizar</p> | <p>El docente trata de realizar analogías y contrastar con actividades de la vida real, de manera que sea fácil para el estudiante su interpretación</p> |

y de este modo comprenda el término técnico que se trata de exponer en la clase de programación

PD_6. ¿Como potencia el desarrollo de habilidades computacionales en los estudiantes?

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|--|---|---|
| <p>IDP1_1 “A los estudiantes hay que estimularlos, hay que decirles que está bien y que está mal, cuando hacen bien las cosas se les premia y así le toman amor a la materia”</p> <p>IDP1_2 “Se presume que el estudiante a este nivel ya tiene adquiridas algunas habilidades, por lo menos en cuanto a informática básica se refiere, pero de igual forma se propone actividades en clase para desarrollar este pensamiento computacional con pruebas de escritorio que le permitan también asumir y comprender la ejecución del código fuente que están creando y que no se acostumbren a escribir código fuente por escribir, sino que ya lo hagan en base a un algoritmo planteado”</p> | <p>IDP2_1 "Una de las formas de potenciar las habilidades computacionales de los estudiantes es mediante ejercicios individuales que se realizan en clase y se proponen para tareas de los estudiantes. Como didáctica utilizó una forma de competencia donde se desarrollan actividades para la solución en conjunto de los ejercicios. En las evaluaciones se colocan preguntas de análisis y de soluciones por medio del pensamiento abstracto que conlleva a una afinidad con los procesos de programación. Esta parte de la habilidad computacional también se puede incluir la destreza en la utilización de los sistemas en la aplicación y desarrollo de materias que no son tecnológicas"</p> | <p>Es buena siempre la motivación, como parte fundamental para lograr los objetivos, sin embargo, esto no hace parte de las habilidades cognitivas propiamente. La mejor forma de potenciar el desarrollo es la práctica, por ello los docentes se esfuerzan por plantear ejercicios simples que permitan fortalecer los conceptos. Estrategias como trabajos grupales coadyuvan a que entre los estudiantes retroalimenten conocimientos y fortalezcan sus debilidades. Prestar atención a las siguientes palabras claves obtenidas en la codificación: Estímulos, desarrollo de ejercicios prácticos, Trabajo en Grupo, Pruebas de escritorio, Seguimiento de pasos</p> |

PD_7. De los siguientes elementos, ¿cuáles y de qué manera fueron utilizados por los estudiantes para resolver problemas?.

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|---|---|--|
| <p>IDP1_1 “Todos los elementos son usados por los estudiantes, no con mucha frecuencia, diría que en un porcentaje intermedio pues algunas cosas serán de memoria, otros de interpretación y otros de análisis y no siempre se utilizan todas al mismo tiempo, dependerá del problema que se quiera desarrollar”</p> <p>IDP1_2 “Creo que el uso de conocimientos previos que está unido con la definición de los conceptos son de uso permanente al tratar de solucionar cualquier tipo de problema, del mismo modo pero tal vez de uso no recurrente se tendrá semejanzas con algunos ejercicios similares que permiten tener alternativas y el saber si se deben repetir o generar secuencias también se usan al solucionar problemas por</p> | <p>IDP2_1 “Cuando atiendo las inquietudes de los estudiantes para desarrollar los problemas he notado que en gran parte los estudiantes se basan en ejercicios similares para poder dar soluciones también que tratan de verificar que la respuesta sea correcta. Otra cosa que noto en ellos es que se les facilita recordar conceptos y escribir la sintaxis según el lenguaje y dividir el problema en partes más pequeñas utilizando el concepto de cooperación de funciones. Los elementos que diría que no utilizan tienen que ver con otras opciones para su solución, si encuentran una solución así no sea la más adecuada se quedan con ella y no buscan mejorarla.”</p> | <p>De manera general y en casi una igual proporción, el docente expresa la necesidad del uso de todas las habilidades relacionadas al conocimiento, la abstracción, el análisis, la aplicación, la síntesis y la evaluación para resolver problemas. Sin embargo, presenta una leve inclinación al indicar que se requiere en mayor medida el uso de conocimientos previos y comprensión de manera general para mejorar sus resultados. Es importante para el docente mejorar los procesos de evaluación pues, desde su perspectiva, el estudiante pocas veces realiza validaciones de los resultados obtenidos.</p> |

parte de los estudiantes. De los elementos que se presentan creo que muy pocas veces lo utilizan los estudiantes son estrategias o métodos conocidos, la subdivisión de los problemas y la validación de los resultados.”

PD_8. Mencione algún evento excepcional de algún estudiante en el transcurso del curso del presente semestre, ya sea por una habilidad extraordinaria o por carencia de la misma que le haya impactado

| Programación I | Programación II | Interpretación |
|---|--|----------------|
| <p>IDP1_1 Debido al covid-19 me impacto el hecho que los estudiantes no se presentaban a clases por tener familiares enfermos, pero con respecto a la materia los que estaban accedían con todas las ganas de aprender todas las clases algo nuevo.</p> <p>IDP1_2 Casi siempre el evento que siempre se identifica en los estudiantes es que pretenden realizar un ejercicio siempre basándose en lo planteado en algún ejemplo anterior, y es una constante que se identifica en cada semestre</p> | <p>IDP2_1 "Estudiante ha realizado y vendido programas web en otros lenguajes. Manifestado en el primer día de clases. Estudiante está realizando en el lenguaje Python trabajo realizado en Excel para presentarlo en la otra materia"</p> | |

Nota. Fuente propia

Los informantes docentes coincidieron en afirmar que para iniciar los cursos de programación no hace falta más que habilidades simples como la comprensión lectora, la observación o la comparación, pues creen que el aprendizaje de la programación conlleva al desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior relacionadas con el pensamiento computacional y que estas facilitan los procesos de aprendizaje en general, contribuyendo a mejorar los procesos de resolución de problemas de cualquier índole. Es importante para el docente que los estudiantes fortalezcan el desarrollo del pensamiento computacional, pues no solo reflejará mejoras en el rendimiento académico, sino también en su vida personal y profesional. Para el docente, el estudiante que desee aprender a programar no necesita de una habilidad especial, es suficiente con que tenga capacidad de comprensión y memorización, los demás elementos se van adquiriendo en el proceso.

Para los docentes es claro que el desarrollo del pensamiento computacional aporta enormemente a los procesos de resolución de problemas de cualquier índole, brinda herramientas para plasmar mejores soluciones y permite tener un amplio espectro de alternativas, aportando a la creatividad, la innovación y la generalización de sus soluciones.

Triangulación de los resultados

La triangulación es un elemento común y muy útil en los procesos investigativos que, a través de diferentes estrategias, permite la articulación y la validación de la información obtenida, apoyado en el cruce de la información de más de una fuente (Charres, 2018). Esta herramienta de análisis de datos aporta soporte al estudio, dando rigor y decantando elementos importantes de los datos obtenidos que generan consistencia a los hallazgos.

En el caso de la investigación cualitativa, la triangulación se puede realizar a nivel de datos, a nivel de investigadores, a nivel de teorías o a nivel de métodos. La triangulación de datos se define como “la combinación de diferentes clases de datos sobre el fondo de las perspectivas teóricas que se aplican a ellos. Estas perspectivas se deben tratar y aplicar en la medida de lo posible en pie de igualdad y siguiendo por igual los dictados de la lógica” (Flick, 2014, p. 83) y la triangulación de métodos “implica un complejo proceso de enfrentar cada método con el otro para maximizar la validez de los esfuerzos de campo.” (Flick, 2014, p. 86).

Para Cisterna (2005), citado por Charres (2018), la triangulación hermenéutica de datos, la cual se utilizó para validar la calidad de la investigación, comprende la evaluación conjunta de la información obtenida y relación dialéctica entre estos, en la cual se definen claramente los procedimientos que guían el proceso de análisis, iniciando por la revisión bibliográfica,

continuando con la obtención de la información en el trabajo de campo, la codificación de los elementos obtenidos en los instrumentos aplicados, la categorización y finalizando con la comparación de los aportes de los informantes respecto el marco teórico referenciado (Charres, 2018).

En la presente investigación, se inicia la triangulación de los datos obtenidos con la organización, la revisión y el análisis de la información recolectada, la obtención de códigos y su depuración y la orientación de los resultados para suplir los objetivos planteados, lo que permitió realizar una reorganización de las categorías de análisis inicialmente planteadas, de manera que su interpretación se ajustara a los aportes que cada uno de los informantes realizó. Dicha representación es presentada en la tabla 23.

Tabla 23

Categorías según análisis

| Categoría Base | Definición | Categoría De Análisis | Subcategoría |
|-----------------------|---|------------------------------|-------------------------|
| Habilidad | Capacidad intelectual que tiene un individuo para desarrollar una actividad específica | Cognitiva | Conocimiento |
| | | | Comprensión |
| | | Metacognitiva | Análisis |
| | | | Síntesis |
| | | | Evaluación |
| | | Computacional | Algoritmia |
| | | | Descomposición |
| | | | Abstracción |
| | | | Patrones |
| Solución de Problemas | Conjunto de herramientas y pasos que se siguen para dar solución a un problema. El uso de un método requiere conocimiento previo del mismo, lo cual garantizará | Desarrollo Mental | Creatividad |
| | | | Velocidad |
| | | | Diversidad |
| | | Metodología | Realidad |
| | | | Técnicas y herramientas |
| | | | Diseño y Planeación |
| | | | Generalización |

efectividad en su
aplicación

Nota. Fuente Propia

Posterior a la redefinición de las categorías, la revisión de los datos obtenidos de los diferentes métodos permitió contrastar los aportes dados por los informantes, los planteamiento teóricos plasmados en el marco referencial, y el resultado de las observaciones hechas por parte del investigador, apelando a las herramientas y estrategias que aporta Flick (2014) para la verificación de la calidad de la investigación. Las tablas 24 a 27 presentan el resultado teórico referenciado y el aporte dado por los informantes a partir de los métodos aplicados para la obtención de la información en cada una de las categorías definidas.

Tabla 24

Triangulación Categoría Habilidad – Cognitiva

| CATEGORÍA BASE | Habilidad | CATEGORIA DE ANALISIS | Cognitiva |
|-------------------|-----------|--------------------------|-----------|
|-------------------|-----------|--------------------------|-----------|

En el marco teórico del presente trabajo se definió habilidad cognitiva como la capacidad intelectual que tiene un individuo para desempeñar alguna actividad específica. Dentro de los diferentes autores se referencia la postura de Burgos, de Cleves, Márquez (2013), que establecen diferentes niveles de complejidad, reforzado lo anterior con la taxonomía de Bloom en la que se encuentran tres grupos para los niveles cognitivos (aprendizaje basado en problemas, Góngora, Gema). En los niveles inferiores se encuentran procesos cognitivos como la comparación y la comprensión, procesos que, para Burgos, de Cleves, Márquez (2013) son facilitadores del aprendizaje y se pueden utilizar a posterior según convenga (Burgos, de Cleves, Márquez, 2013, p. 26).

Si bien muchos de los estudiantes que participaron de la investigación no lograron finalizar con éxito todos los problemas propuestos, el planteamiento de sus soluciones permiten

identificar las fortalezas y debilidades que tienen al iniciar el curso en relación con la forma en que solucionan problemas y las habilidades que utilizan para tal fin.

“IEP1_1: Algunos cálculos matemáticos, por que ayudan a desarrollar varias incógnitas mediante diferentes operaciones. Usé también un poco de lógica orden y pensando como poder solucionarlos. Sin saber si la respuesta es correcta o no.”

“IEP1_3: Si lo podría solucionar, pero me tomaría más tiempo y no tendría otra estrategia que contar uno por uno”.

“IEP2_2: Diría que comprender el desarrollo de la prueba, abstraer lo que necesitaba de cada pregunta y dar una respuesta aún más rápida como solución final”

En mayor medida, los estudiantes reflejaron en sus respuestas el uso de habilidades básicas, como la comprensión, conocimientos aritméticos y estadísticos simples, observación, comparación, elementos que se asocian con habilidades de nivel inferior planteadas dentro de la taxonomía de Bloom o dentro de la clasificación realizada por Burgos, de Cleves y Márquez y que tienen relación con la recuperación y la memoria. Los estudiantes que iniciaban el curso de programación percibieron que los problemas que requerían para su solución habilidades de comparación, comprensión, interpretación o seguir instrucciones, fueron más fáciles de resolver que aquellos que involucraban elementos de descomposición e identificación de secuencias.

“IEP1_2: Solo seguí las instrucciones y fui haciendo el dibujo en un papel hasta obtener la imagen que adjunto”.

“IEP1_4: Siempre me acordé de conceptos que había aprendido y los puede aplicar a los ejercicios. Apliqué las instrucciones entendí las preguntas. Por falta de tiempo no miro otra forma de hacerlo ni de comprobar si está bien”

“IEP2_3: conocimientos previos de matemática básica, sumas, promedios, comparaciones. Aunque no pude resolver todos los problemas.

Es claro que tanto estudiantes como docentes identificaron la comprensión como un elemento fundamental para afrontar problemas y como una habilidad casi innata de todo ser humano, habilidad que puede llegar a perfeccionarse con el aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional. Otro elemento que rescataron tanto estudiantes como docentes como una habilidad necesaria y preexistente al aprendizaje de la programación, y que de hecho utilizaron para afrontar este tipo de problemas, es el análisis, tomado este como una simple interpretación de lo solicitado, es decir, asociada a la comprensión de lo requerido.

Por otra parte, al realizar la revisión de la prueba diagnóstica aplicada y las respuestas de la entrevista asociada, se encontró que la mayor dificultad que reflejan los estudiantes de programación I y algunos que inician el curso de programación II tiene que ver con la falta de comprensión de los problemas, así como no tener alternativas de solución que faciliten la respuesta. De igual forma, la evaluación de las pruebas ha reflejado deficiencias notorias en los elementos del pensamiento computacional (descomposición, abstracción, generalización, evaluación), sin embargo, estos elementos mejoraron paulatinamente al ver los contenidos iniciales del curso, como lo evidencian los resultados de las pruebas y entrevistas iniciales que se aplicaron a estudiantes de Programación II.

“IDP1_2: Interpretar dicho problema y abstraer la situación que debe simular para ofrecer la solución al enunciado con la situación problema planteada, evitando elementos innecesarios. También se nota falta de comprensión lectora y raciocinio para enfrentar el rol de programador”

Las habilidades que el estudiante indica le ayudaron a desarrollar los problemas sin tener conocimientos de programación, son reforzadas por la apreciación de los docentes, pues para ellos es suficiente con que el estudiante tenga habilidades cognitivas de orden inferior para iniciar el curso. Solo elementos como la comprensión, la memoria, la observación o la interpretación serían suficientes para poder aprender a programar desde el punto de vista del docente.

Nota. Fuente Propia

Tabla 25

Triangulación Categoría Habilidad - MetaCognitiva / Computacional

| CATEGORÍA | Habilidad | SUBCATEGORIA | Metacognitiva / Computacional |
|-----------|-----------|--------------|----------------------------------|
|-----------|-----------|--------------|----------------------------------|

Se debe tener en cuenta que el pensamiento es una experiencia interna e intrasubjetiva, a través de la cual se puede abstraer, discriminar, inferir, inventar, encontrar respuestas, resolver problemas, analizar, reflexionar, lo cual se manifiesta mediante la elaboración de hipótesis, razonamientos y emisión de juicios. Es por ello que se encuentran procesos simples como la observación y la comparación, o procesos más complejos como el análisis, la síntesis y la abstracción y que son aplicados de formas diferentes por cada individuo (Burgos, de Cleves, Márquez, 2013). Para las técnicas de solución de problemas, el individuo debe ser capaz de desarrollar y perfeccionar aquellas habilidades de nivel superior que le permitan tener las herramientas necesarias para transformar su entorno. Dentro de estas habilidades está el análisis, la síntesis, la argumentación y la abstracción (Burgos, de Cleves, Márquez, 2013).

De manera general, el estudiante espera que el aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional le ayude a potenciar dichos elementos y así lograr

tener una mayor efectividad y asertividad al momento de desarrollar problemas, logrando generalizar los procedimientos para reducir los tiempos y evitar posibles errores en los que puedan incurrir. Está subcategoría busca conocer, desde la perspectiva del docente y del estudiante, que habilidades fueron desarrolladas por el estudiante durante el aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional.

“IEP1_5: Espero que dentro de este contexto pueda aprender pues a secuenciar o identificar el patrón principal de un problema y de esta manera poder resolverlo de una forma más rápida y eficiente.”

“IEP1_4: Impacto positivo en el desarrollo efectivo de problemas que se puedan presentar en la vida profesional y a su vez crear un pensamiento crítico frente a ello. Debido a que la programación son algoritmos y razonamientos matemáticos pensaría que mis habilidades cognitivas se mejoren y refuercen y posteriormente un mejor desarrollo de problemas”

Zuñiga, Rosas, Fernández y Guerrero (2104) en su artículo “El Desarrollo del Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas en la Enseñanza Inicial de la Programación” menciona que los estudiantes deben desarrollar una gran variedad de habilidades, más allá de la memorización de sentencias que le permitan codificar, pues antes de escribir un código se requiere entender un problema, es decir, abstraer, modelar y analizar, con el fin de plantear soluciones acordes a las necesidades. Desde esta perspectiva, el estudiante desarrolló habilidades metacognitivas que contribuyeron al mejoramiento de la metodología usada para la resolución de problemas.

“IEP2_1: La materia de programación permite crear un pensamiento analítico y ordenado frente al planteamiento y resolución de problemas”

“IEP2_4: Creo que mejoraron las habilidades para comprender el problema y poder desarrollarlo de una manera más rápida y eficaz, haciendo uso de los mejores métodos aprendidos en clase”

El resultado de la prueba validadora, aplicado a estudiantes que finalizaron el curso de programación II, denota una mejora significativa en los elementos que componen las habilidades computacionales, todas ellas relacionadas con el pensamiento computacional.

“IEP2_1: pues gracias a que cuando vemos un ejercicio desde la perspectiva de la programación, lo evaluamos y dividimos en partes más comprensibles esto hace que podamos seguir un proceso por el cual guiarnos cuando debemos resolver un ejercicio.”

Por su parte el cuerpo docente entrevistado espera que el aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional ayuden al estudiante a mejorar su comprensión lectora y la interpretación de los problemas, así como aumentar su conocimiento en herramientas y métodos para plantear y dar soluciones. El docente afirma que cuando el estudiante tiene todas las herramientas necesarias para afrontar los problemas y posee el conocimiento, aumenta su confianza y motivación, lo que le permite plantear mejores estrategias para resolver problemas, teniendo un pensamiento abierto respecto a las alternativas de solución.

“IDP1_2: El curso de programación creo que le puede dar las herramientas al estudiante para ser más metódico, de manera que permita definir claramente el proceso que debe seguir. Para ello se requiere además que mejore sus procesos de análisis y comprensión, cosa que puede lograr a lo largo del curso”

“IDP2_1: ... Saber cómo descomponer un problema en partes hace también parte de las habilidades que se mejoran al aprender a programar. En cuanto a nuevas

habilidades, considero que el curso aporta las que son características propias de la programación como la abstracción, modularización, los modelos, la síntesis, la recomposición y la evaluación.”

Nota. Fuente Propia

Tabla 26

Triangulación Categoría Solución de Problemas – Desarrollo Mental

| CATEGORÍA | Solución de Problemas | SUBCATEGORIA | Desarrollo Mental |
|------------------|---|---------------------|--------------------------|
| | <p>Al enfrentar la solución de problemas se espera que, además de tener una solución efectiva, la forma como se desarrolla, la rapidez con que se da la respuesta y la generalización de la solución, hagan parte integral del planteamiento. La presente subcategoría permitió determinar la forma como el aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional facilitan desarrollar en el estudiante destrezas que aporten de manera general a la solución completa de problemas.</p> <p>Un elemento diferenciador al tratar de encontrar soluciones es la creatividad. Coral (2012) la presenta como una capacidad y una habilidad del pensamiento que lleva al ser humano a generar una producción original y novedosa que se manifiesta en los resultados y materialización de la idea. Para Marín (1984), citado por Coral (2012), la creatividad puede ser desarrollada y mejorada mediante un proceso formativo, sistémico, especializado y divergente. Este elemento permite al estudiante generar alternativas que redunden en la mejora de la solución completa del problema (Coral, 2012, p. 91).</p> <p>El desarrollo del pensamiento computacional a través del aprendizaje de la programación ha permitido a los estudiantes desarrollar destrezas en la forma en que dan</p> | | |

solución a los problemas. Si bien dichas destrezas no se enmarcan propiamente dentro de las estructuras cognitivas de los niveles que establece Bloom, son elementos afines que permiten complementar los procesos de resolución de problemas. Los estudiantes expresaron que al adquirir conocimientos de programación pudieron mejorar la forma como presentan las soluciones, identificando la creatividad, el pensamiento algorítmico, la planificación, el diseño, el seguimiento y la rapidez con que desarrollan ahora los problemas, como elementos que se adquirieron o mejoraron.

“IEP2_5: aporta el dar un punto de vista diferente a la solución de problemas y de forma creativa, además el uso de un programa nuevo que da varias herramientas para trabajar y codificar también ayuda bastante”

“IEP2_2: Tiene un aporte muy valioso porque esta metería nos ayuda a interpretar mejor e innovar nuevas técnicas las cuales las ponemos en práctica con las demás materias ”

Zapata-Ros (2015) menciona que dentro de los componentes del pensamiento computacional se involucran la heurística, el pensamiento divergente y la creatividad, así como los métodos y herramientas que se utilizan para la solución de problemas. Para Zapata-Ros (2015), la heurística hace referencia a las técnicas basadas en la experiencia adquirida e influenciada por el descubrimiento, generada a partir de procedimientos prácticos; el pensamiento divergente o lateral lo plantea como el tipo de pensamiento que permite salir del esquema habitual y rígido de pensar, lo que permite tener elementos creativos al solucionar problemas; y la creatividad como la habilidad para presentar diferentes alternativas y que se desarrolla a partir del pensamiento lateral (Zapata-Ros, M. 2015, p. 11).

“IEP2_5: el pensamiento analógico y la creatividad, gracias a que empezamos a ver las cosas más detenidamente siempre usando la parte lógica, además la creatividad al momento que no vemos solo lo lógico al resolver un problema pues ideas diferentes estrategias para así poder realizar cada ejercicio sin hacerlo de la misma manera.”

“IDP1_1: ... En este curso puede adquirir destreza en alternativas de solución, visualizar soluciones de una manera diferente y crear soluciones genéricas para cualquier tipo de problema ...”

Nota. Fuente Propia

Tabla 27

Triangulación Categoría Solución de Problemas – Metodología

| CATEGORÍA | Solución de Problemas | SUBCATEGORÍA | Metodología |
|------------------|---|---------------------|--------------------|
| | <p>Un método expresa la forma de organizar y utilizar conocimiento para describir cómo las personas resuelven un problema. Existen infinidad de formas para resolver un problema, desde modelos experimentales como el causa-efecto o ensayo-error, hasta estrategias bien elaboradas que requieren un conocimiento específico y una ejecución determinada para llegar a su resultado. Su uso depende de las necesidades, del conocimiento y de la experiencia que el individuo tiene sobre el procedimiento y el tipo de problema a resolver (Molina G, 2006). Zuñiga, Rosas, Fernández y Guerrero (2104) plantea que el estudiante deberá desarrollar habilidades cognitivas adicionales que contribuyan al mejoramiento de la metodología usada para la resolución de problemas.</p> | | |

“IEP1_4: Yo creo que los contenidos de la materia van a ser importantes para aprender a ver los problemas de una manera diferente, a plantear diferentes métodos para

solucionarlos, buscar alternativas y siempre dar una solución. Con la elaboración de programas se va a poder automatizar las soluciones y así evitar errores al hacer cálculos.”

Cuando se habla de métodos para la solución de problemas se hace referencia a la selección de una estrategia a seguir para el desarrollo de los pasos que conlleven a la solución del problema, estableciendo un conjunto de lineamientos que van desde la comprensión del problema hasta la evaluación de la solución. Los planes y objetivos que se plantean para la solución del problema se denominan estrategias o heurísticos, mientras que los procedimientos que se requieren para transformar las entradas se denominan reglas, algoritmos u operaciones (Pozo, 1994).

En el desarrollo de software, el primer elemento para proponer soluciones a las necesidades del usuario es el diseño y es fundamental para garantizar el éxito del proyecto. Tener una adecuada planeación y ceñirse a los elementos allí planteados garantizaran de cierta manera que el producto sea desarrollado con altos estándares de calidad. Cuando el estudiante percibe esto, es capaz de llevar dicho proceso a cualquier tipo de problema e inclusive aplicarlo en su vida personal.

“IEP2_4: me influyó en el tema para antes de realizar los ejercicios hacer un borrador con la estructura base de lo que se quiere desarrollar y llevar a cabo para tener con que guiarme cuando lo vaya desarrollando”

“IEP2_2: he logrado adquirir cierta comprensión lectora en cuanto al planteamiento de muchos ejercicios y también me ha ayudado a adquirir ese conocimiento de cómo empezar a resolver los problemas”

“IDP1_1: Las cosas que se aprenden en esta materia no son exclusivamente para ella como tal, sino para la vida. En este curso puede adquirir destreza en alternativas de solución, visualizar soluciones de una manera diferente y crear soluciones genéricas para cualquier tipo de problema”

Una vez desarrollaron elementos asociados al pensamiento computacional, los estudiantes afirmaron que se volvieron más metódicos y creativos, que tuvieron la facilidad para mejorar sus técnicas y métodos, elementos que repercuten de manera positiva en la forma como plantean y desarrollan las soluciones. Por su lado, los docentes aseguraron que aprender a programar no solo es aplicable al desarrollo de software, también influyen de manera positiva en todos los ámbitos de la vida académica y personal. Tener la capacidad de interpretar, universalizar y aplicar soluciones de una manera coherente y creativa, crear un plan para el desarrollo y establecer generalización sobre los procedimientos, son habilidades útiles y necesarias para la resolución de cualquier tipo de problema que se puede adquirir cuando se aprende a programar y en general cuando se mejoran los aspectos del pensamiento computacional.

“IDP1_1: ... El curso de programación creo que le puede dar las herramientas al estudiante para ser más metódico, de manera que permita definir claramente el proceso que debe seguir ... ”

“IEP2_5: ... además la creatividad al momento que no vemos solo lo lógico al resolver un problema pues ideas diferentes estrategias para así poder realizar cada ejercicio sin hacerlo de la misma manera ... ”

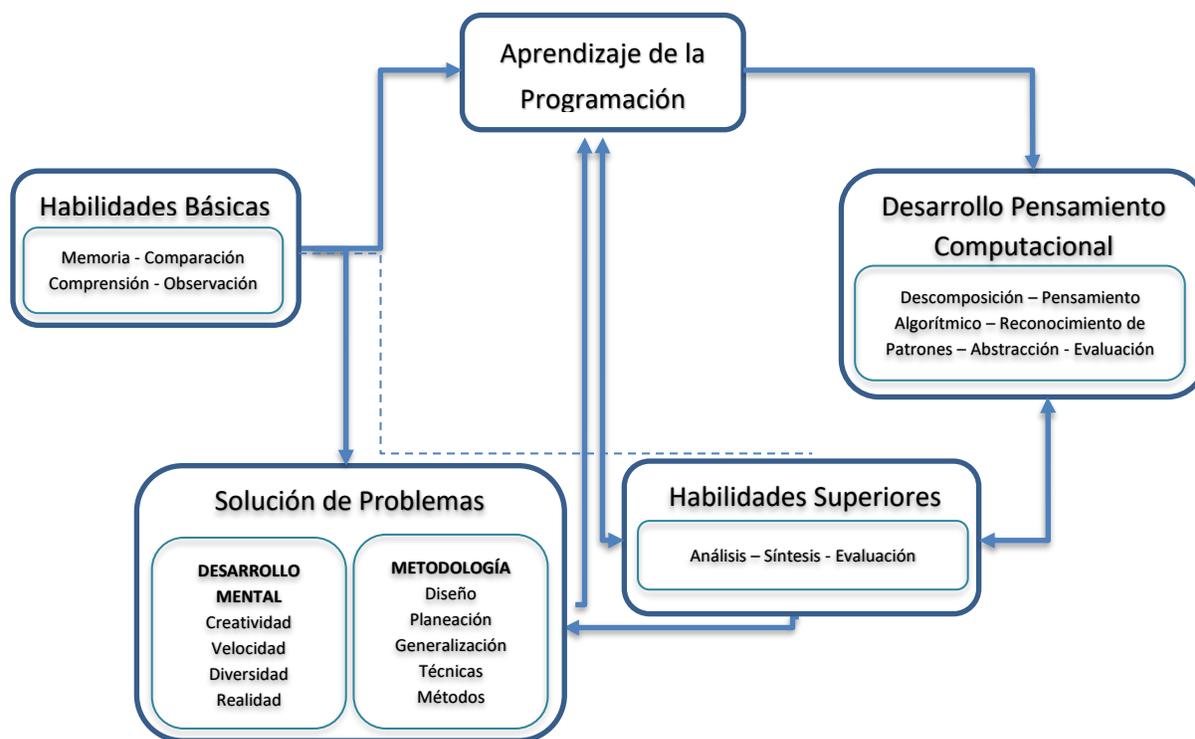
Es claro que el estudiante al poseer los conocimientos sobre programación puede y tiene la capacidad de plantear diferentes alternativas, utilizar otras estrategias que al inicio del curso

tal vez no se hacían evidentes y mejorar los tiempos de respuesta en la solución de los problemas planteados, obteniendo así mejores resultados.

Nota. Fuente Propia

Figura 6

Relación de las categorías de análisis



Nota. Fuente Propia

Aprender a programar requiere de algunas habilidades cognitivas básicas previas que le permitan al estudiante adquirir los elementos centrales de un lenguaje en particular, como su semántica y su sintáctica. Sin embargo, el aprendizaje de la programación en su etapa temprana no requiere destrezas específicas ni mucho menos complejas. Como efecto colateral, el aprendizaje de la programación permite desarrollar el pensamiento computacional, como lo expresaron Voskoglou y Buckley (2012) en su artículo “Problem Solving and Computers in a

Learning Environment”, situación que facilita la adquisición de elementos adicionales como la algoritmia, la descomposición y la generalización, entre otras. Estos elementos ayudan al estudiante a desarrollar nuevas habilidades asociadas con niveles cognitivos superiores que, según Bloom, se relacionan con el análisis, la síntesis y la evaluación. Como aspecto retroalimentador, el desarrollo de estas habilidades cognitivas mejoran el proceso de aprendizaje, no solo de la programación, sino de las demás materias.

De esta manera, y en consonancia con lo expresado por algunos autores referenciados en este trabajo investigativo, se puede decir que las habilidades cognitivas inferiores sirven para resolver problemas elementales y son el soporte para aprender a programar con los elementos básicos de un lenguaje de programación; sin embargo, dicho aprendizaje conlleva a desarrollar habilidades cognitivas de orden superior, algunas asociadas al desarrollo del pensamiento computacional, que mejoran la forma en que se da solución a los problemas y contribuye a la obtención de un aprendizaje significativo.

DISCUSION DE RESULTADOS

Al realizar una síntesis final de los resultados obtenidos y al analizar las percepciones de los estudiantes, docentes e investigador a través de los instrumentos aplicados para establecer la influencia del desarrollo del pensamiento computacional en la forma como los estudiantes solucionan problemas, se pudo evidenciar las necesidades y fortalezas cognitivas que presentan los estudiantes antes y después de ver el curso de programación y cómo con el desarrollo del pensamiento computacional, a través del aprendizaje de la programación, estas se van potenciando. Se resalta que las pruebas aplicadas no pretendían evaluar los conocimientos de programación, de hecho, los ejercicios propuestos tomados de las iniciativas internacionales “International Bebras Contest” y “Computer Olympiad Talent Search” se presentaron como simples tareas que miden elementos propios del pensamiento computacional y no los conocimientos de los lenguajes de programación, su resultado pretendía establecer qué habilidades computacionales tienen los estudiantes al enfrentar este tipo de problemas.

Para Herrera (2001), las habilidades cognitivas se pueden clasificar en cognitivas y meta cognitivas, donde las primeras son facilitadoras del conocimiento y operan directamente sobre los datos, incluyendo actividades de recolección, análisis, comprensión, procesamiento y almacenamiento que posteriormente son recordadas para utilizarlas según la necesidad; las segundas son las responsables de la calidad de ese conocimiento y la forma como lo aplicamos en la resolución de problemas (Herrera, 2001). Por su parte Burgos, de Cleves y Márquez (2013) afirman que las actividades metacognitivas son los mecanismos autorregulatorios que emplea un sujeto cuando intenta resolver problemas, cuando el individuo perfecciona o adquiere habilidades metacognitivas como el análisis, la síntesis, la argumentación o la abstracción, es capaz de adquirir

y utilizar herramientas que le permitan dar solución a los problemas y de esta manera transformar su entorno (Burgos, de Cleves, Márquez, 2013).

Del desarrollo de esta investigación se pudieron obtener datos relevantes como punto de partida para iniciar la discusión indicando que tanto estudiantes como docentes coinciden en sus apreciaciones y dan elementos de valor para determinar que los estudiantes que inician los cursos de programación cuentan en un alto grado con elementos cognitivos básicos, que se asocian con procesos de mecanización, memoria, comparación y observación. Si bien estos elementos básicos son necesarios para desarrollar los problemas planteados, no son suficientes para mejorar los procesos de resolución de problemas. Desde el punto de vista docente, cuando un estudiante inicia los cursos de programación solo habilidades de este tipo son necesarias, pues las demás habilidades de orden superior son desarrolladas con el aprendizaje de la programación.

El resultado de las pruebas aplicadas, la interpretación por parte del investigador de las respuestas dadas en las entrevistas y la observación de la forma como los estudiantes afrontaron los problemas, invitan a pensar que el desarrollo del pensamiento computacional, a través del aprendizaje de la programación, mejora los elementos cognitivos que contribuyen eficazmente a la solución de problemas y, como lo mencionaba Herrera (2001), a desarrollar habilidades metacognitivas que ayudan a tener un conocimiento perdurable y de calidad.

En concordancia con los resultados de investigaciones anteriores, como la realizada por Voskoglou y Buckley en el artículo “Problem Solving and Computers in a Learning Environment”, esta investigación refuerza la teoría de que una manera de potenciar el pensamiento computacional es a través del aprendizaje de la programación y que una vez este se adquiere se desarrollan destrezas mentales de orden superior que propician la mejora de las habilidades propias para la resolución de problemas. Otro elemento que refuerza los estudios previos tiene que ver con la

forma en que se afronta la solución de los problemas, es decir, las estrategias y procedimientos utilizados, planteado por Zúñiga, Rosas, Fernández et al. (2014) en su investigación. El presente estudio permitió identificar que los estudiantes expresan mejoras en la creatividad, la habilidad, la velocidad, elementos que fueron concluyentes también y que se presentaron en el artículo “Estrategia metodológica de la enseñanza de la programación para la permanencia de los alumnos de primer año de Ingeniería Electrónica” (Arellano, Fernández, Rosas et al. 2014).

Para finalizar la discusión respecto a antecedentes previos, se presenta el resultado del estudio denominado “El Desarrollo del Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas en la Enseñanza Inicial de la Programación” y publicado en 2017 en el que se argumenta, al igual como se corrobora con los resultados del presente trabajo investigativo, que el principal obstáculo que tienen los estudiantes de programación para resolver problemas no está en el aprendizaje del lenguaje propiamente, sino en la dificultad de desarrollar habilidades utilizadas para resolver problemas (Fernández, Zúñiga, Rosas y Guerrero 2018). Es claro que, con los resultados expuestos, esta acotación queda en evidencia y se corrobora que a partir del aprendizaje de la programación se pueden adquirir y desarrollar destrezas y habilidades que ayudan en los procesos de solución de problemas.

Se debe mencionar entonces que el aprendizaje de la programación facilita el desarrollo del pensamiento computacional y este a su vez el desarrollo de habilidades metacognitivas, tal como lo menciona Burgos, de Cleves, y Márquez (2013), y que permite al estudiante adquirir elementos y desarrollar otras destrezas para la solución de problemas de cualquier tipo. Sin embargo, se debe precisar que el estudio no determina la efectividad que tendría el desarrollo del pensamiento computacional en contextos diferentes al educativo y sería un buen punto de partida para realizar nuevas investigaciones al respecto.

CONCLUSIONES

Los procesos mentales y cognitivos en el ser humano son complejos en su análisis y desarrollo, son un constructo de elementos asociados con el conocimiento y la experiencia. Por su parte, el aprendizaje de la programación no solo requiere adquirir conocimientos determinados, también desarrollar habilidades específicas que permitan dar solución a los problemas que se desarrollan por medio de programas para computador. La presente investigación tenía como objetivo determinar cómo, a través del aprendizaje de la programación y el consecuente desarrollo del pensamiento computacional, se podían mejorar aquellas habilidades cognitivas que están asociadas con la solución de problemas, sobre todo los de índole tecnológico. Los objetos de estudio correspondieron a estudiantes y docentes de programación estructurada I y II de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Pamplona, sede principal.

En la revisión bibliográfica aportada en el marco teórico del presente trabajo investigativo, el concepto de pensamiento computacional se presentó como una habilidad mental que es llevada a cabo por un individuo con el fin de mecanizar procesos que sean capaces de ser desarrollados por máquinas o humanos, el concepto incluye el desarrollo de habilidades y destrezas mentales habituales en los profesionales de las ciencias de la computación. Su objetivo primordial está en desarrollar las habilidades metacognitivas como la descomposición, el análisis, la abstracción, la generalización y la evaluación. El estudio presentado permitió reforzar dicho planteamiento, pues los aportes hechos en los instrumentos aplicados dan cuenta del desarrollo de las habilidades que adquirieron los estudiantes y su relación con el pensamiento computacional.

Esta investigación permitió identificar que, si bien es cierto que los estudiantes inician con un conjunto básico de habilidades catalogadas como inferiores que le permiten solucionar problemas elementales, el desarrollo del pensamiento computacional a través del aprendizaje de la programación les aporta elementos para adquirir nuevas habilidades y destrezas, así como herramientas para mejorar las existentes, lo que se refleja en una mejora al momento de solucionar problemas. Se evidenció que el estudiante al iniciar el curso de programación tiene habilidades cognitivas básicas, como la memoria, la comprensión, el análisis y la observación; sin embargo, estos elementos se van mejorando a medida que ven los contenidos del curso y desarrollan el pensamiento computacional, como se puede evidenciar al analizar los resultados de las pruebas y entrevistas aplicadas a los estudiantes que inician y que finalizan los cursos. Por otro lado, el estudio permitió conocer las habilidades desarrolladas por el estudiante, las cuales están asociadas a niveles cognitivos de orden superior, según lo expresado por Bloom, y que corresponden a las características del pensamiento computacional, como lo son la abstracción, la síntesis y la evaluación; también que existe la adquisición de otros elementos propios del pensamiento computacional como la descomposición y la generalización (algoritmia y patrones), que el estudiante va adquiriendo a medida que desarrolla ejercicios en el computador y que se hicieron evidentes al aplicar la prueba validadora.

Adicional a las habilidades cognitivas antes mencionadas, existen otros elementos identificados en el estudio que no están catalogados propiamente dentro de los niveles del pensamiento propuestos por Bloom, sin embargo, son aspectos que generan valor a la forma en que el estudiante soluciona problemas y que se derivan del desarrollo del pensamiento computacional. Dichos elementos se pueden clasificar como destrezas y se van adquiriendo en mayor medida con la experiencia. Dentro de estos elementos se encuentra la creatividad, la

agilidad, la relación con la realidad, la diversidad y la generalización. También es importante mencionar que, además de desarrollar nuevas habilidades, el estudiante mostró mejoras en los hábitos para resolver problemas, introduciendo elementos de diseño y planeación, que le permitieron establecer un conjunto ordenado de pasos que le condujeron a un mejor resultado, evitando errores, automatizando soluciones y disminuyendo el tiempo de solución.

En cuanto a la relación que existen entre el pensamiento computacional y las habilidades que adquieren o mejoran los estudiantes al resolver problemas, se debe dejar claro que tanto el pensamiento computacional como las habilidades cognitivas superiores utilizan procesos mentales similares, en sus definiciones se encuentran componentes semejantes y fácilmente identificables como el análisis y la evaluación. Sin embargo, no todos los elementos están claramente asociados, pero se pueden relacionar a través de los procesos mentales de orden superior como la abstracción y la síntesis, tal como se encuentra definido en la taxonomía de Bloom.

Es claro, como se expresó en la presentación de los resultados de este documento, que las habilidades cognitivas elementales como el conocimiento, la memoria, la comprensión, la observación o la comparación, permiten solucionar problemas simples; pero su perfeccionamiento y madurez, así como la adquisición de otras más complejas, contribuyen a que dichas habilidades vayan en procura de soluciones a problemas de mayor envergadura. Una manera de ayudar con la consolidación de estas habilidades se encuentra en el pensamiento computacional que se convierte en una herramienta útil al momento de solucionar los problemas.

Entonces, el desarrollo del pensamiento computacional potencia el desarrollo de dichas habilidades y, aunque en esencia parezca lo mismo que una simple habilidad cognitiva, se puede decir que uno es catalizador del otro y que se complementan de manera biyectiva. No se puede concebir, entonces, el desarrollo del pensamiento computacional sin la influencia de las

habilidades de orden superior, pero tampoco se puede ignorar que el desarrollo del pensamiento computacional contribuye de manera directa con la mejora de dichas habilidades.

El pensamiento computacional contiene esas habilidades superiores que permiten tener soluciones creativas, generalizadas y ordenadas que se logran gracias a procesos de síntesis, abstracción y descomposición, mientras que las habilidades cognitivas de manera general permiten el planteamiento de problemas que no necesitan de la rigurosidad para ser resueltos por programas para computador y que corresponden a procesos de comprensión, análisis, evaluación.

De manera general, se puede indicar que el aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional permitió al estudiante mejorar la forma en que resuelve los problemas a través de la adquisición y el mejoramiento de las diferentes habilidades, utilizando nuevos métodos y estrategias, generando alternativas de solución de manera creativa, ágil y eficiente. Son los estudiantes conscientes que el uso adecuado del conocimiento y los elementos adquiridos en los cursos de programación, así como el mejoramiento de habilidades previas como análisis y la comprensión, van a permitir optimizar la forma en que solucionan problemas.

Desarrollar el pensamiento computacional a través del aprendizaje de la programación permitirá al estudiante, no solo apropiarse los contenidos de este curso, sino mejorar en todos los aspectos académicos e inclusive utilizarlos para su desempeño personal y profesional. El pensamiento computacional es una herramienta poderosa para explotar aquellas habilidades que tienen los individuos, que no siempre son desarrolladas y que se puede aplicar de manera general en cualquier área.

REFERENCIAS

- Adell Segura, J., Llopis Nebot, M. Á., Esteve Mon, F. M., y Valdeolivas Novella, M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 171-186.
- Araya, V., Alfaro, M., y Andonegui, M. (2007). Constructivismo: orígenes y perspectivas. *Revista de Educación Laurus*, 13(24), 76-92.
- Burgos, B. M. V., de Cleves, N. R., y Márquez, M. G. C. (2013). Habilidades de pensamiento como estrategia de aprendizaje para los estudiantes universitarios. *Revista de investigaciones UNAD*, 12(2), 23-41.
- Charres, H. (2018). Triangulación: Una herramienta adecuada para las investigaciones en las ciencias administrativas y contables. *Revista FAECO sapiens*, 1(1), 18-35.
- CSTA & ISTE (2015). *Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education* [Documento en línea]. Recuperado de https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf
- Coral, A. L. (2012). Desarrollo de habilidades de pensamiento y creatividad como potenciadores de aprendizaje. *Revista Unimar*, 30(1).
- Delval, J. (2001). Hoy todos son constructivistas. *Educere, La Revista Venezolana de Educación*, 5(15), 353-359.
- Facultad de Ingenierías y arquitectura. Universidad de Pamplona. Recuperado el 10 de Junio de 2019 de <http://www.unipamplona.edu.co/fingenierias/>.

- Fernández, J., Zúñiga, M. E., Rosas, M. V., y Guerrero, R. A. (2018). Experiences in learning problem-solving through computational thinking. *Journal of Computer Science & Technology*, 18(2), 136-142.
- Flick, U. (2014). *La gestión de la calidad en investigación cualitativa* (Vol. 8). Ediciones Morata.
- Fuentes Rosado, J. I., y Moo Medina, M. (2017). Dificultades de aprender a programar. *Revista educación en ingeniería*, 12(24), 76-82.
- Granja, D. O. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia*, (19), 93-110.
- Grover, S., y Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.
- Gutiérrez Ávila, J. H., Puente Alarcón, G. D. L., Martínez González, A. A., & Piña Garza, E. (2007). *Aprendizaje basado en problemas un camino para aprender a aprender*. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México
- Herrera Clavero, F. (2001). Habilidades cognitivas. *Notas del departamento de Psicología Evolutiva y de la educación. (Universidad de Granada. España)*.
- Insuasty, J. (2016). Problemas de enseñanza y aprendizaje de los fundamentos de programación. *Revista educación y desarrollo social*, 10(2), 234-246.
- Martínez, M. (2004). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa* (1ª ed.). Editorial Trillas.
- Martínez, M. M. (2001). Criterios para la superación del debate metodológico “cuantitativo/cualitativo”. *Revista Interamericana de Psicología*, 33(1), 79-107.
- Molina G., M. (2006) *Métodos de resolución de problemas* (4ª ed.). Universidad Politécnica de Madrid. Fundación General de la U.P.M.

- Morales Bueno, P., y Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria* 13(1), 145-157
- Municipio de Pamplona. Información del Municipio. Recuperado el 10 de Junio de 2019 de <http://pamplona-nortedesantander.gov.co/MiMunicipio/>
- National Research Council. (2010). Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking. National Academies Press.
- Pamplona Colombia (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 10 de junio de 2019 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Pamplona_\(Colombia\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Pamplona_(Colombia))
- Perales Palacios, F. J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 170-178.
- Pérez Palencia, M (2017). El pensamiento computacional para potenciar el desarrollo de habilidades relacionadas con la resolución creativa de problemas. *3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 6(1), 38-63.
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje* (1ª ed.). Ediciones Morata.
- Pozo, J. I., Pérez, M. D., Domínguez, J., Gómez, M. A., y Postigo, Y. (1994). *La solución de problemas*. Vol. 57. Madrid: Santillana.
- Rojas, F. (2001). Enfoques sobre el aprendizaje humano. Departamento de Ciencia y tecnología del comportamiento, Venezuela Universidad Simón Bolívar.
- Rojas López, A., & García Peñalvo, F. J. (2020). Evaluación del pensamiento computacional para el aprendizaje de programación de computadoras en educación superior. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/red.409991>
- Román González, M. (2016). Codigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas.

- Santimateo, D., Nuñez, G., y González, E. (2018). Estudio de dificultades en la enseñanza y aprendizaje en los cursos básicos de programación de computadoras en Panamá. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 6(11), 13-18.
- Seguimiento a Planeación Estratégica Institucional (SPEI). Universidad de Pamplona, Oficina de Planeación. Recuperado el 10 de Junio de 2019 de <http://www.unipamplona.edu.co/planeacion/>.
- Serna, E. (2011). La abstracción como componente crítico de la formación en ciencias computacionales. *Avances en Sistemas e Informática*, 8(3), 79-84.
- Shute, V. J., Sun, C., y Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.
- Soloway, Elliot. "Should we teach students to program?" *Communications of the ACM*, Oct. 1993, p. 21. Gale Academic Onefile, Accessed 3 Sept. 2019.
- Terceros, I. (2019). Programación creativa: pensamiento computacional y constructivismo desde contextos interculturales. *Analysis. Claves de Pensamiento Contemporáneo*, 22(1) (pp. 121-126).
- Vásquez Giraldo, A. L. (2014). Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento Computacional basado en educación STEM para la media técnica en Desarrollo de Software (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wing, J. M. (2010). *Computational thinking: What and why?* Unpublished manuscript, Computer Science Department, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA. Recuperado de <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>

- Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why. *The Link Magazine*, 20-23.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46).
- Zapotecatl López, J. L. (2018). *Introducción al pensamiento computacional: conceptos básicos para todos*. Amexcop, Academia Mexicana de Computación.
<http://www.pensamientocomputacional.org/index.php/curso-pc>
- Zúñiga, M. E., Rosas, M. V., Fernández, J., y Guerrero, R. A. (2014). El desarrollo del pensamiento computacional para la resolución de problemas en la enseñanza inicial de la programación. *In XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 340-343

ANEXOS

Anexo 1

Validación Instrumentos Expertos



FORMATO VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTO

I. Datos Generales del experto/a:

Apellidos y nombre del experto: Jesús Evelio Ortega Arévalo

Grado de escolaridad: Doctorado

Profesión: Ingeniero de sistemas

Institución donde labora: Universidad de Pamplona

Cargo que desempeña: Coordinador Técnico de IT]

Autor del Instrumento: AUGUSTO BRUGES ROMERO

Nombre del Instrumento: Entrevista semiestructurada

II. Parámetros de Validación.

1. Los instrumentos, tal como están diseñados, están formulados claramente con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. Los instrumentos, tal como están diseñados, están expresados en conductas observables, perceptibles o medibles.

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. Los instrumentos, tal como están diseñados, son consistentes mediante una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4. Los instrumentos, tal como están diseñados, guardan relación con los contenidos, categorías y subcategorías presentadas.

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. Los instrumentos, tal como están diseñados, son pertinentes en relación con las categorías que orientan los ítems presentados

| | |
|--|------------------------------|
|  | FACULTAD DE EDUCACIÓN |
| MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Metodología virtual (M.A.E.V.) | |
| Teléfonos: 508 53 03 ext. 182 y 318 536 9821 E-correo: mg.educacion@unipamplona.edu.co Director: PH. D. Germán Amaya Franky | |

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

6. Los instrumentos, tal como están diseñados, permiten al investigador recolectar la información requerida para la ejecución del proyecto

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

7. ¿Cuáles preguntas considera usted que NO deberían contemplarse dentro de los instrumentos presentados ya que no ayudan a la recolección de la información requerida para la ejecución del proyecto?

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |

8. ¿Cuáles preguntas considera usted que hacen falta dentro de los instrumentos, que ayudan a la recolección de la información requerida para la ejecución del proyecto?

| |
|---|
| <p style="color: red; font-size: small;">No faltarían preguntas, aunque se sugiere que algunas tengan opciones cerradas de elección, para que la información recolectada sea más certera. Esto debería aplicarse a las preguntas ¿Qué elemento o elementos se le dificultaron en mayor medida al resolver los ejercicios planteados?, ¿Qué aptitudes o habilidades cognitivas considera usted que le ayudaron a desarrollar de manera adecuada los problemas planteados? y ¿Qué aptitudes o habilidades cognitivas considera usted que le hacen falta adquirir o perfeccionar para obtener mejores resultados en la prueba?</p> |
| |

Firma del experto: _____





FORMATO VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTO

I. Datos Generales del experto/a:

Apellidos y nombre del experto: ENDER JOSE BARRIENTOS MONSALVE

Grado de escolaridad: DOCTOR

Profesión: ARQUITECTO

Institución donde labora: FUNDACIÓN DE ESTUDIOS SUPERIORES COMFANORTE

Cargo que desempeña: DOCENTE INVESTIGADOR

Autor del Instrumento: AUGUSTO BRUGES ROMERO

Nombre del Instrumento: Entrevista semiestructurada

II. Parámetros de Validación.

1. Los instrumentos, tal como están diseñados, están formulados claramente con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.

| | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. Los instrumentos, tal como están diseñados, están expresados en conductas observables, perceptibles o medibles.

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. Los instrumentos, tal como están diseñados, son consistentes mediante una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.

| | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4. Los instrumentos, tal como están diseñados, guardan relación con los contenidos, categorías y subcategorías presentadas.

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
|  | FACULTAD DE EDUCACIÓN | | | |
| | MAESTRÍA EN EDUCACIÓN Metodología virtual (M.A.E.V.) | | | |
| Teléfonos: 568 53 03 ext. 182 y 318 536 9821 E-correo: mng.educacion@unipamplona.edu.co Director: PH. D. Germán Amaya Franky | | | | |

5. Los instrumentos, tal como están diseñados, son pertinentes en relación con las categorías que orientan los ítems presentados

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

6. Los instrumentos, tal como están diseñados, permiten al investigador recolectar la información requerida para la ejecución del proyecto

| | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

7. ¿Cuáles preguntas considera usted que NO deberían contemplarse dentro de los instrumentos presentados ya que no ayudan a la recolección de la información requerida para la ejecución del proyecto?

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |

8. ¿Cuáles preguntas considera usted que hacen falta dentro de los instrumentos, que ayudan a la recolección de la información requerida para la ejecución del proyecto?

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |



Firma del experto: _____



FORMATO VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTO

I. Datos Generales del experto/a:

Apellidos y nombre del experto: YOLANDA VILLAMIZAR DE CAMPEROS

Grado de escolaridad: PHD EN EDUCACIÓN

Profesión: DOCENTE

Institución donde labora: UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Cargo que desempeña: DOCENTE HORA CÁTEDRA

Autor del Instrumento: AUGUSTO BRUGES ROMERO

Nombre del Instrumento: Entrevista semiestructurada

II. Parámetros de Validación.

1. Los instrumentos, tal como están diseñados, están formulados claramente con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.

| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. Los instrumentos, tal como están diseñados, están expresados en conductas observables, perceptibles o medibles.

| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. Los instrumentos, tal como están diseñados, son consistentes mediante una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.

| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4. Los instrumentos, tal como están diseñados, guardan relación con los contenidos, categorías y subcategorías presentadas.

| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo, ni en desacuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. Los instrumentos, tal como están diseñados, son pertinentes en relación con las categorías que orientan los ítems presentados



FACULTAD DE EDUCACIÓN

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

Metodología virtual (M.A.E.V.)

Teléfonos: 508 53 03 ext. 182 y 318 536 9821 E-correo: mg.educacion@unipamplona.edu.co
Director: PH. D. Germán Amaya Franky

Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo En desacuerdo Totalmente en desacuerdo

6. Los instrumentos, tal como están diseñados, permiten al investigador recolectar la información requerida para la ejecución del proyecto

Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo En desacuerdo Totalmente en desacuerdo

7. ¿Cuáles preguntas considera usted que NO deberían contemplarse dentro de los instrumentos presentados ya que no ayudan a la recolección de la información requerida para la ejecución del proyecto?

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |

8. ¿Cuáles preguntas considera usted que hacen falta dentro de los instrumentos, que ayudan a la recolección de la información requerida para la ejecución del proyecto?

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |

Solanda Villanueva de Amparo

Firma del experto:

Anexo 2

Prueba Diagnóstica

PRUEBA DIAGNOSTICA PARA EVALUAR LA EVOLUCION DE LAS HABILIDADES COGNITIVAS DE ORDEN SUPERIOR A TRAVÉS DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN ESTUDIANTES DE PROGRAMACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA EN EL PRIMER SEMESTRE DE 2021

Con el fin de evaluar la destreza inicial en pensamiento computacional y las habilidades cognitivas asociadas a este para resolver problemas en estudiantes con poco o ningún conocimiento sobre programación, se han seleccionado y adaptado preguntas de diferentes iniciativas a nivel internacional como "*International Bebras Contest*" y "*Computer Olympiad Talent Search*" con el fin de examinar la madurez inicial de los estudiantes en estas áreas, buscando un punto de partida en lo concerniente a las capacidades de diseño algorítmico, reconocimiento de patrones, abstracción, descomposición, análisis y evaluación de los estudiantes antes de iniciar el curso de programación.

El presente test no se considera una herramienta definitiva para medir la habilidad computacional, sin embargo, nos puede orientar respecto a las destrezas de cada estudiante en el trabajo de investigación actual.

Las preguntas permiten evaluar los siguientes elementos: Descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, modelamiento, algoritmos y evaluación

INSTRUCCIONES: A continuación, se presenta una serie de enunciados que representan problemas de los cuales usted deberá seleccionar la respuesta correcta y realizar una breve descripción de la solución en caso que la tenga. El tiempo para desarrollar la prueba es de 45 minutos.

I. DATOS GENERALES

Nombre: _____

Sexo: Masculino ___ Femenino ___

Edad: _____

Carrera de Estudio: _____

Semestre Cursado: _____

Tiene conceptos previos de programación

SI ___ NO ___

Si la respuesta anterior es SI, defina brevemente:

✓ Lenguaje de programación: _____

✓ Variable en programación: _____

✓ Estructura de control: _____

II. De las siguientes preguntas seleccione la correcta o escriba la respuesta correcta según sea el caso:

1. En un solo intento, podría decirme cual es el resultado de sumar los números de 1 hasta 10
- Encontró la solución
 - No pudo resolverlo
 - No lo intentó

¿Podría solucionar el problema anterior, utilizando el mismo método, si los números son de 1 hasta 1000? ¿Podría mejorar la estrategia para encontrar una solución más rápida?

2. Si la nota media conseguida en una clase de veinte alumnos fue de 6, ocho alumnos reprobaron con nota de 3 y el resto superó el 5, ¿Cuál es la nota media de los alumnos que aprobaron?
- 7
 - 7.5
 - 8
 - 8.5

Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

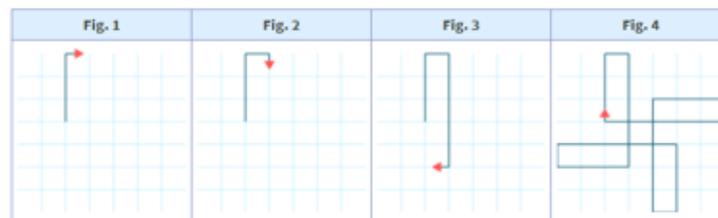
3. Suponga que tiene 4 perros que alimentar: Un LABRADOR, una AKITA, un PITBULL y un PASTOR. De la cantidad que cada uno como se sabe que El PASTOR come más que el LABRADOR, el PITBULL como más que el LABRADOR y menos que el AKITA, el AKITA como mas que el PASTOR. ¿Cuál es el que come menos?
- Labrador
 - Akita
 - Pitbull
 - Pastor

Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

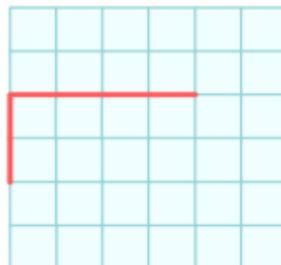
- III. Las siguientes preguntas son una adaptación de [challenge bebras](https://challenge.bebrachallenge.org/) <https://challenge.bebrachallenge.org/>.

Seleccione la respuesta correcta de acuerdo al planteamiento del problema

4. Un robot hace un patrón dibujando una línea mientras se mueve en una cuadrícula. Cada patrón está representado por un conjunto de tres números. Por ejemplo: 3, 1, 5 representa la figura 4 porque significa:
 avanzar 3 cuadrados, luego girar a la derecha (Fig.1)
 avanzar 1 casilla, luego girar a la derecha (Fig.2)
 avanzar 5 cuadrados, luego girar a la derecha (Fig.3)



Si el robot repite tres veces las instrucciones ¿Cuál será la figura obtenida al utilizar el patrón que está representado por 2, 4, 3? Tenga en cuenta que ya se ha iniciado la secuencia, tal como se muestra en la figura



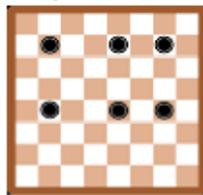
Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

5. Abajo, a la izquierda, verá una imagen de un tablero de juego con 4 piezas colocadas sobre él. El diagrama a la derecha del tablero representa las posiciones de las piezas y el diagrama se obtiene de la siguiente manera:
- ✓ Para cada pieza de la pizarra, dibuje un círculo.
 - ✓ Si dos piezas están en la misma fila en el tablero o en la misma columna en el tablero, entonces dibuje una línea entre sus círculos en el diagrama. (No dibuje ninguna otra línea en el diagrama).

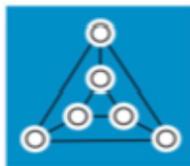


Se han colocado letras en las piezas y los círculos para que puedas comprobar fácilmente que el diagrama es correcto.

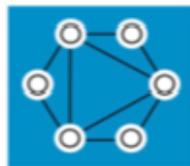
A continuación, se muestra un nuevo tablero con seis piezas. De la misma manera se dibuja un nuevo diagrama de posición para esta placa.



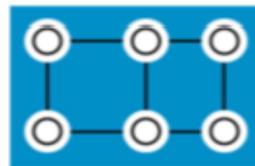
¿Cuál de los cuatro diagramas siguientes se dibujó?



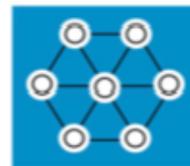
a)



b)



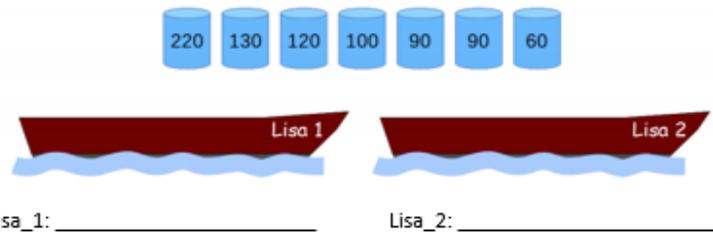
c)



d)

Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

6. Dos pescadores poseen dos botes, llamados "Lisa 1" y "Lisa 2". Cada bote puede contener una carga máxima de 300 kg. Los pescadores reciben barriles llenos de pescado para transportar y cada barril está identificado por un número que muestra qué tan pesado es en kilogramos. Distribuya los barriles sobre los dos botes para transportar la máxima carga posible de pescado, asegurándose que ningún bote supere su carga máxima.

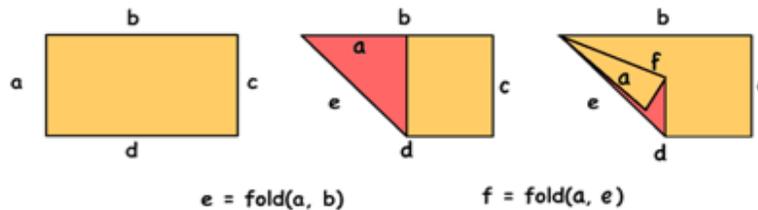


Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

7. Se ha desarrollado un lenguaje de programación para el plegado de papel. Este lenguaje se puede utilizar para explicar cómo doblar cualquier hoja de papel con lados rectos. Uno de los comandos en este idioma es *fold*.

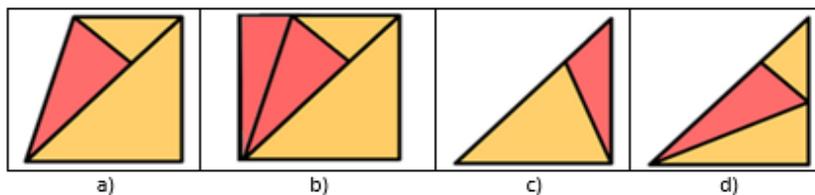
$e = \text{fold}(a, b)$ significa: Doble la hoja de papel de manera que el lado a quede completamente sobre el lado b . De esa manera creas un nuevo lado que se llama e .

Ejemplo:



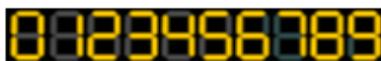
Teniendo en cuenta que el papel permanece sobre la mesa durante el plegado y que la longitud del lado b es el doble de la longitud del lado a , ¿Cómo se verá el rectángulo de papel (a, b, c, d) después de la ejecución de estos tres comandos?

$e = \text{pliegue}(c, a);$
 $f = \text{pliegue}(c, d);$
 $g = \text{pliegue}(a, f);$



Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

8. Un reloj digital muestra cuatro dígitos. Cada dígito se muestra usando siete segmentos que están activados o desactivado como se muestra a continuación.



El reloj se rompe y exactamente uno de los siete segmentos de un dígito no se enciende. Si el reloj roto muestra la siguiente hora



¿cuál de las siguientes opciones podría ser la hora real?



Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

Anexo 3

Entrevista Diagnóstica



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA – ESTUDIANTES

DIAGNÓSTICO

Esta entrevista se elaboró como instrumento de apoyo para obtener información relevante sobre las habilidades cognitivas y la destreza en la solución de problemas que tienen los estudiantes de programación de la facultad de ingeniería de la Universidad de Pamplona en el marco del trabajo investigativo “INFLUENCIA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LAS HABILIDADES COGNITIVAS PROPIAS DE LOS MÉTODOS DE RESOLUCION DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTES DE PROGRAMACION DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA”.

La entrevista consta de 7 preguntas y pretende indagar sobre la experiencia y la percepción que se tiene al solucionar problemas antes y después de ver los cursos de programación estructurada. Se espera que los datos recolectados sean fuente primaria para obtener resultados concluyentes sobre la influencia del pensamiento computacional en las habilidades cognitivas y los métodos de resolución de problemas.

Se precisa que la información acá consignada será de uso confidencial y no comprometerá de ninguna manera a las personas que participen de ella, ni será utilizada para otro fin diferente al del trabajo investigativo.

Estimado(a) estudiante, por favor conteste de la manera más sincera posible las siguientes preguntas

Nombre: _____ **Documento Identificación:** _____

1. ¿Qué elemento o elementos se le dificultaron en mayor medida al resolver los ejercicios planteados?
2. ¿Qué tipo de conocimientos previos le permitieron solucionar los problemas de la presente prueba? ¿Por qué?
3. ¿Cuál de las preguntas de la prueba anteriormente desarrollada le pareció más compleja contestar, cuál más sencilla? ¿Por qué?
4. ¿Cuáles aptitudes o habilidades cognitivas considera le ayudaron a desarrollar de manera adecuada los problemas planteados?
5. ¿Cuáles aptitudes o habilidades cognitivas considera debe adquirir o mejorar para obtener mejores resultados al desarrollar pruebas de este tipo?
6. De los siguientes elementos, ¿cuáles y de que manera fueron utilizados para resolver los problemas presentados en la prueba diagnóstica?
 - a. Necesitó y utilizó conocimientos previos para solucionar los problemas
 - b. Los conceptos y definiciones utilizados en la prueba le son familiares
 - c. Entendió las preguntas realizadas y su objetivo
 - d. Utilizó soluciones similares para dar solución al problema.
 - e. Utilizó algún método y/o aplicó algún concepto específico.
 - f. Identifica secuencias, repeticiones, modelos, etc.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



- g. Divide y/o reorganiza las estructuras para facilitar la solución. Evita elementos distractores
 - h. Verifica los resultados, hace una prueba del método
 - i. Utiliza una solución alternativa para verificar el correcto funcionamiento
7. **¿Cómo espera que el aprendizaje de la programación le ayude en el desarrollo de este tipo de problemas y al desarrollo de las habilidades cognitivas para solucionar problemas?**

Firma Entrevistado: _____

Anexo 4

Resultados Prueba Diagnóstica

| ESTUDIANTES DE PROGRAMACIÓN I | | | | | | |
|-------------------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| Pregunta Diagnóstico | Respuesta Correcta | IEP1_1 | IEP1_2 | IEP1_3 | IEP1_4 | IEP1_5 |
| 1 Suma de Números | 55 y 500500 | NO | NO | NO | SI | SI |
| 2 Nota promedio | 8 | NO | NO | SI | SI | SI |
| 3 Comida de Animales | A. Labrador | SI | SI | SI | SI | SI |
| 4 Dibujo del robot |  | NO CONTESTÓ | NO CONTESTÓ | SI | NO CONTESTÓ | SI |
| 5 Tablero con 4 piezas | a | NO | NO | NO | SI | NO |
| 6 Botes con barriles | 120+90+90 = 300 130+100+60 = 290 | SI | NO CONTESTÓ | NO CONTESTÓ | SI | SI |
| 7 Plegado de papel | a | NO | NO CONTESTÓ | NO CONTESTÓ | NO | SI |
| 8 Reloj Digital | d. 6:39 | SI | NO | SI | NO | SI |

| Pregunta Diagnóstico | DE | AB | GENERALIZACION | | | | TOTAL POR ACIERTO | | | |
|------------------------|----|----|----------------|----|----|----|-------------------|----|-------------|------------------|
| | | | RP | AL | EV | RL | SI | NO | NO CONTESTO | NO / NO CONTESTO |
| 1 Suma de Números | | X | X | | X | | 3 | 2 | 0 | 2 |
| 2 Nota promedio | | X | | | | x | 3 | 2 | 0 | 2 |
| 3 Comida de Animales | | | | X | | x | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 4 Dibujo del robot | | | X | X | | | 3 | 1 | 1 | 2 |
| 5 Tablero con 4 piezas | X | X | | X | X | | 4 | 1 | 0 | 1 |
| 6 Botes con barriles | X | | | | X | | 4 | 1 | 0 | 1 |
| 7 Plegado de papel | | | | X | | | 3 | 2 | 0 | 2 |
| 8 Reloj Digital | X | | | | | | 5 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | 30 | 9 | 1 | 10 |

| ESTUDIANTES DE PROGRAMACIÓN II | | | | | | |
|--------------------------------|---|--------|--------|-------------|--------|--------|
| Pregunta Diagnóstico | Respuesta Correcta | IEP2_1 | IEP2_2 | IEP2_3 | IEP2_4 | IEP2_5 |
| 1 Suma de Números | 55 y 500500 | SI | NO | SI | SI | NO |
| 2 Nota promedio | 8 | SI | NO | SI | SI | NO |
| 3 Comida de Animales | A. Labrador | SI | SI | SI | SI | SI |
| 4 Dibujo del robot |  | NO | SI | NO CONTESTÓ | SI | SI |
| 5 Tablero con 4 piezas | a | SI | SI | NO | SI | SI |
| 6 Botes con barriles | 120+90+90 = 300 130+100+60 = 290 | SI | SI | SI | SI | NO |
| 7 Plegado de papel | a | SI | SI | NO | SI | NO |
| 8 Reloj Digital | d. 6:39 | SI | SI | SI | SI | SI |

| Pregunta Diagnóstico | DE | AB | GENERALIZACION | | | | TOTAL POR ACIERTO | | | |
|------------------------|----|----|----------------|----|----|----|-------------------|----|-------------|------------------|
| | | | RP | AL | EV | RL | SI | NO | NO CONTESTO | NO / NO CONTESTO |
| 1 Suma de Números | | X | X | | x | | 2 | 3 | 0 | 3 |
| 2 Nota promedio | | X | | | | X | 3 | 2 | 0 | 2 |
| 3 Comida de Animales | | | | X | | X | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 4 Dibujo del robot | | | | X | X | | 2 | 0 | 3 | 3 |
| 5 Tablero con 4 piezas | X | X | | X | x | | 1 | 4 | 0 | 4 |
| 6 Botes con barriles | X | | | | x | | 3 | 0 | 2 | 2 |
| 7 Plegado de papel | | | | X | | | 1 | 2 | 2 | 4 |
| 8 Reloj Digital | X | | | | | | 3 | 2 | 0 | 2 |
| | | | | | | | 20 | 13 | 7 | 20 |

Anexo 5

Prueba Validadora

PRUEBA VALIDADORA PARA ANALIZAR LA EVOLUCION DE LAS HABILIDADES COGNITIVAS DE ORDEN SUPERIOR A TRAVÉS DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN ESTUDIANTES DE PROGRAMACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA EN EL PRIMER SEMESTRE DE 2021

Con el fin de evaluar la destreza adquirida en pensamiento computacional y las habilidades cognitivas asociadas a este para resolver problemas en estudiantes que cursaron programación I, se han seleccionado y adaptado preguntas de diferentes iniciativas a nivel internacional como "*International Bebras Contest*" y "*Computer Olympiad Talent Search*" con el fin de examinar la madurez alcanzada por los estudiantes en estas áreas, buscando un punto de referencia en lo concerniente a las capacidades de diseño algorítmico, reconocimiento de patrones, abstracción, descomposición, análisis y evaluación de los estudiantes una vez visto el curso de programación.

El presente test no se considera una herramienta definitiva para medir la habilidad computacional, sin embargo, nos puede orientar respecto a las destrezas de cada estudiante en el trabajo de investigación actual.

Las preguntas permiten evaluar los siguientes elementos: Descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, modelamiento, algoritmos y evaluación

INSTRUCCIONES: A continuación, se presenta una serie de enunciados que representan problemas de los cuales usted deberá seleccionar la respuesta correcta y realizar una breve descripción de la solución en caso que la tenga. El tiempo para desarrollar la prueba es de 45 minutos.

I. DATOS GENERALES

Nombre: _____

Sexo: Masculino ___ Femenino ___

Edad: _____

Carrera de Estudio: _____

Semestre Cursado: _____

II. Teniendo en cuenta la solución que planteó en el primer test aplicado, podría dar una solución alternativa a las siguientes preguntas:

- Podría decirme cual es el resultado de sumar los números de 1 hasta 10 ¿Podría solucionar el problema anterior, utilizando el mismo método, si los números son de 1 hasta 1000? ¿Encontró una manera alternativa para hacerlo?

- Si la nota media conseguida en una clase de veinte alumnos fue de 6, ocho alumnos reprobaron con nota de 3 y el resto superó el 5, ¿Cuál es la nota media de los alumnos que aprobaron?

Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

3. Suponga que tiene 4 perros que alimentar: Un LABRADOR, una AKITA, un PITBULL y un PASTOR. De la cantidad que cada uno como se sabe que El PASTOR come más que el LABRADOR, el PITBULL como más que el LABRADOR y menos que el AKITA, el AKITA como mas que el PASTOR. ¿Cuál es el que come menos?

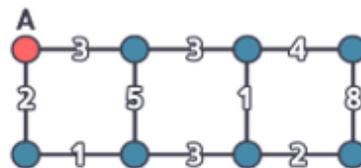
Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

- III. Las siguientes preguntas son una adaptación de [challenge bebras](https://challenge.bebrachallenge.org/) <https://challenge.bebrachallenge.org/>.

Seleccione la respuesta correcta o escriba su solución de acuerdo al planteamiento del problema

4. Usted Conduce para un servicio de transporte de domicilios llamado Megaexpress. Se le ha encargado la tarea de entregar algunos paquetes y se le proporciona el mapa a continuación y las siguientes observaciones.
- ✓ Comience en la ubicación A y deje los paquetes en las otras siete ubicaciones que se muestran como círculos.
 - ✓ No se le permite visitar ningún lugar ni conducir por ninguna carretera más de una vez durante su viaje.
 - ✓ Puede terminar en cualquier lugar que desee.

Las carreteras se muestran en el mapa como líneas y los números en ellas son la cantidad que se le pagará por usarlas.



Antes de partir, se sienta a pensar en el viaje que le hará ganar más dinero.

Pregunta: ¿Cuál es la mayor cantidad de dinero que puede ganar dejando estos 7 paquetes? De su respuesta como un número entero. _____

Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

5. Describa el conjunto detallado de pasos que debería utilizar para dibujar un rectángulo de 50 cm de ancho y 1 m de alto, teniendo en cuenta que solo puede realizar uno de los siguientes movimientos a la vez: Girar en cualquier sentido, avanzar 50 cm.

Si pudiera utilizar las anteriores para dibujar más de un rectángulo ¿Qué estrategia utilizaría?

6. Las ardillas Amy, Beavy, Cuttree, Diggy y Eary tienen diferentes alturas. Se alinean, una después otra, mirando en el mismo sentido, en algún orden. Entonces cada ardilla encuentra a todas las demás ardillas que son más altas que ella misma. Cuenta cuantas de estas ardillas más altas hay delante y detrás de ella. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

| Name | Number of taller beavers | |
|---------|--------------------------|--------|
| | in front | behind |
| Amy | 1 | 2 |
| Beavy | 3 | 1 |
| Cuttree | 1 | 0 |
| Diggy | 0 | 0 |
| Eary | 2 | 0 |

Escriba el orden en que están paradas, desde el principio de la fila hasta el final de la fila

_____ , _____ , _____ , _____ , _____

Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

7. Un dispositivo de diagnóstico en un laboratorio médico debe agitar repetidamente las muestras tomadas de los pacientes. El dispositivo funciona de acuerdo con un programa para computador

que se presenta a continuación y que está escrito en líneas numeradas. El dispositivo lee el programa línea por línea y siempre que lee una línea la ejecuta inmediatamente antes de seguir con la siguiente instrucción. Si la línea contiene el comando ir a X, el dispositivo salta a la línea X y continúa leyendo y ejecutándose.

El programa:

1. set A to 0
2. add 1 to A
3. go to 6
4. if A equals 60 go to 8
5. set A to 0
6. add 1 to A
7. go to 2
8. shake the specimens A times
9. end

El programa puede almacenar un número A, sumar 1 al número almacenado en A y comparar su valor con otro número. ¿Cuántas veces agitará el dispositivo las muestras cuando se ejecute este programa?

- a. Las muestras nunca se agitarán.
- b. Las muestras se agitarán una vez.
- c. Las muestras se agitarán 60 veces.
- d. El programa no detendrá la agitación de las muestras

Describe brevemente el análisis que realizó para solucionar el problema:

8. Una fila de siete (7) cartas se coloca frente a usted boca abajo y se le pide que coloque todas las cartas boca arriba siguiendo las siguientes reglas

Para cada paso del juego, usted:

- examina las tarjetas de derecha a izquierda
- si la carta actual está boca abajo, la pone boca arriba y se detiene
- si la carta actual está boca arriba, dele la vuelta y pase a la siguiente carta
- cuando te quedas sin tarjetas, te detienes.

Las imágenes a continuación muestran el efecto de tal paso:



Anexo 6

Entrevista Validadora



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA – ESTUDIANTES

VALIDACIÓN

Esta entrevista se elaboró como instrumento de apoyo para obtener información relevante sobre las habilidades cognitivas y la destreza en la solución de problemas que tienen los estudiantes de programación de la facultad de ingeniería de la Universidad de Pamplona una vez finalizado el curso de programación en el marco del trabajo investigativo "INFLUENCIA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LAS HABILIDADES COGNITIVAS PROPIAS DE LOS MÉTODOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTES DE PROGRAMACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA".

La entrevista consta de 5 preguntas y pretende indagar sobre la experiencia y la percepción que se tiene al solucionar problemas después de ver un curso de programación. Se espera que los datos recolectados sean fuente primaria para obtener resultados concluyentes sobre la influencia del pensamiento computacional en las habilidades cognitivas y los métodos de resolución de problemas.

Se precisa que la información acá consignada será de uso confidencial y no comprometerá de ninguna manera a las personas que participen de ella, ni será utilizada para otro fin diferente al del trabajo investigativo.

Estimado(a) estudiante, por favor conteste de la manera más sincera posible las siguientes preguntas

Nombre: _____ Documento Identificación: _____

1. Definida una habilidad cognitiva como "la capacidad intelectual que tiene un individuo para desarrollar una actividad específica", ¿Qué habilidades cognitivas pudo mejorar o adquirir durante el curso de programación?
2. ¿Qué aspectos mejoraron en el desarrollo de la prueba después de haber visto el curso de programación?
3. ¿Cómo influye el conocimiento adquirido en el curso de programación en la forma como ahora soluciona los problemas planteados en esta y las demás asignaturas?
4. ¿Cómo aportó el curso de programación en el desarrollo académico de las materias vistas este semestre manera general?
5. Mencione como las habilidades cognitivas adquiridas o mejoradas le van a servir para mejorar su desempeño académico y personal

Firma Entrevistado: _____

Anexo 7

Resultados prueba validadora

| Pregunta Validadora | Respuesta Correcta | Hicieron tambien la Diagnóstica | | | | |
|-------------------------|--|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | IEP2_6 | IEP2_1 | IEP2_2 | IEP2_4 | IEP2_5 |
| Suma de Números | 55 y 500500 | SI | SI | SI | SI | SI |
| Nota promedio | 8 | NO | SI | NO | SI | SI |
| Comida de Animales | A. Labrador | SI | SI | SI | SI | SI |
| Servicio de transporte | 25 | SI | SI | SI | SI | SI |
| Dibujar Rectangulo | | NO | SI | NO | SI | SI |
| Estatuta ardillas | b. Diggy, Amy, Cuttree, Beavy, Eary | NO | SI | NO | SI | NO |
| Programa agitar muestra | a. Las muestras nunca se agitarán | SI | NO | SI | SI | SI |
| Cartas boca arriba | C. más de 100 pasos, pero máximo 1000 | SI | SI | SI | SI | SI |

| Pregunta Validadora | DE | AB | RP | AL | EV | RL | | SI | NO | NO | NO / NO |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|--|----------|----------|----------|----------|
| | | | | | | | | CONTESTO | CONTESTO | CONTESTO | CONTESTO |
| Suma de Números | | x | x | | x | | | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Nota promedio | | x | | | | | | 3 | 2 | 0 | 2 |
| Comida de Animales | | | | x | | | | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Servicio de transporte | x | x | | x | | | | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Dibujar Rectangulo | | | x | x | | | | 3 | 2 | 0 | 2 |
| Estatuta ardillas | | | | x | | x | | 2 | 3 | 0 | 3 |
| Programa agitar muestra | x | x | | x | | | | 4 | 1 | 0 | 1 |
| Cartas boca arriba | x | x | x | x | | | | 5 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | 32 | 8 | 0 | 8 |

Anexo 8

Entrevista a Docentes



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA - DOCENTES

Esta entrevista se elaboró como instrumento de apoyo para obtener información relevante de las habilidades cognitivas y la destreza en la solución de problemas que tienen y desarrollan los estudiantes de programación de la facultad de ingeniería de la Universidad de Pamplona desde la perspectiva docente en el marco del trabajo investigativo “INFLUENCIA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LAS HABILIDADES COGNITIVAS PROPIAS DE LOS MÉTODOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTES DE PROGRAMACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA”.

La entrevista consta de 8 preguntas y pretende indagar sobre la experiencia y la percepción que tiene el docente sobre el desempeño del estudiante cuando se enfrenta a procesos para solucionar problemas antes y después de ver un curso de programación. Se espera que los datos recolectados sean fuente primaria para obtener resultados concluyentes sobre la influencia del pensamiento computacional en las habilidades cognitivas y los métodos de resolución de problemas.

Se precisa que la información acá consignada será de uso confidencial y no comprometerá de ninguna manera a las personas que participen de ella, ni será utilizada para otro fin diferente al del trabajo investigativo.

Estimado(a) docente, lo invito a contestar de manera objetiva y sincera las siguientes preguntas

Nombre: _____ **Documento Identificación:** _____

1. Indique que aptitudes o habilidades mínimas deben tener los estudiantes al iniciar el curso de programación
2. ¿Cuál cree que es la mayor dificultad que tiene el estudiante al momento de dar la solución a un problema?
 - ¿Cómo espera que los contenidos del curso de programación ayuden a subsanar dicha dificultad?
3. ¿Cuáles aptitudes o habilidades cognitivas considera se adquieren o mejoran durante el aprendizaje de la programación y el desarrollo del pensamiento computacional?
4. ¿Cómo considera que dichas habilidades cognitivas mejoran los procesos de aprendizaje de los estudiantes en esta y en las demás materias que curse?
5. ¿Qué estrategia utilizar para que, cuando hable en términos técnicos, el estudiante sea capaz de relacionarlos con el proceso mental que debe desarrollar?
6. ¿Como potencia el desarrollo de habilidades computacionales en los estudiantes?



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



- 7. De los siguientes elementos, ¿cuáles y de qué manera fueron utilizados por los estudiantes para resolver problemas?**
- a. Necesitó y utilizó conocimientos previos para solucionar los problemas
 - b. Los conceptos y definiciones utilizados en la prueba le son familiares
 - c. Entendió las preguntas realizadas y su objetivo
 - d. Utilizó soluciones similares para dar solución al problema.
 - e. Utilizó algún método y/o aplicó algún concepto específico.
 - f. Identifica secuencias, repeticiones, modelos, etc.
 - g. Divide y/o reorganiza las estructuras para facilitar la solución. Evita elementos distractores
 - h. Verifica los resultados, hace una prueba del método
 - i. Utiliza una solución alternativa para verificar el correcto funcionamiento
- 8. Mencione algún evento excepcional de algún estudiante en el transcurso del curso del presente semestre, ya sea por una habilidad extraordinaria o por carencia de la misma que le haya impactado**

Firma Entrevistado: _____