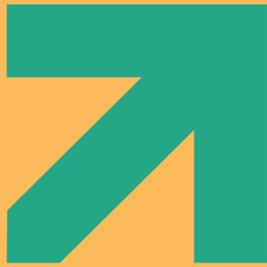




MARCO CONCEPTUAL ENFOQUES Y ESTRUCTURA

PRUEBA DE ALGORITMIA Y PROGRAMACIÓN





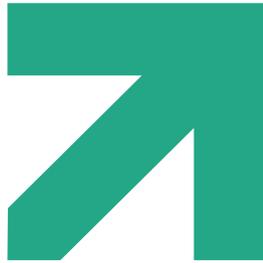
MARCO CONCEPTUAL ENFOQUES Y ESTRUCTURA

PRUEBA DE ALGORITMIA Y PROGRAMACIÓN



**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN



**Orlando Arboleda Molina
Hernando González Umaña
Jesús Antonio Lemos Benavides
Luz Estela Muñoz Ceballos
Lyda Peña Paz**

E Programa
Editorial

Universidad Autónoma
de Occidente

Marco conceptual: enfoque y estructura de la prueba de algoritmia y programación

Vicerrectoría Académica
Álvaro del Campo Parra

Dirección de Desarrollo Académico
Sonia Cadena Castillo

© Orlando Arboleda Molina
Hernando González Umaña
Jesús Antonio Lemos Benavides
Luz Estela Muñoz Ceballos
Lyda Peña Paz

Asesor General de la propuesta SIEA
Daniel Bogoya Maldonado

ISSN 2744-970X
Primera Edición, 2020

© Universidad Autónoma de Occidente
Km. 2 vía CaliJamundí, A.A. 2790, Cali,
Valle del Cauca, Colombia.

Personería jurídica, Res. No. 0618, de la
Gobernación del Valle del Cauca, del 20 de
febrero de 1970. Universidad Autónoma de
Occidente, Res. No. 2766, del Ministerio de
Educación Nacional, del 13 de noviembre
de 2003. Acreditación Institucional de
Alta Calidad, Res. No. 16740, del 24
de agosto de 2017, con vigencia hasta el
2021. Vigilada MinEducación.



Gestión Editorial
**Vicerrector de Investigaciones, Innovación y
Emprendimiento**

Jesús David Cardona Quiroz
Alexander García Dávalos

Jefe Programa Editorial
José Julián Serrano Quimbaya
jjserrano@uao.edu.co

Editora académica
Sonia Cadena Castillo
scadena@uao.edu.co

Apoyo académico
Dulfay Astrid González Jimenez
dagonzalez@uao.edu.co

Diseño y diagramación
Pablo Andrés Sánchez Gil
pasanchez@uao.edu.co

El contenido de esta publicación no
compromete el pensamiento de la Institución,
es responsabilidad absoluta de los autores.

TABLA DE CONTENIDO

Presentación general	9
Contextualización	13
Estado del arte	15
Pensamiento Computacional	15
La asignatura de Algoritmia y Programación	21
Campos conceptuales	24
Mapa conceptual	24
Dominios cognitivos	31
Contextos	35
Tabla de especificaciones	36
Ejemplo de contextos e ítems	37
Referencias bibliográficas	45

FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Mapa conceptual – SIEA – Algoritmia y Programación	24
Figura 2. Mapa conceptual – Concepto estructura secuencial – SIEA – Algoritmia y Programación	27
Figura 3. Mapa conceptual – Concepto estructura condicional – SIEA – Algoritmia y Programación	28
Figura 4. Mapa conceptual – Concepto estructura repetitiva – SIEA – Algoritmia y Programación	29
Figura 5. Mapa conceptual – Concepto estructura secuencial – SIEA – Algoritmia y Programación	30
Figura 6. Integración niveles de desempeño – Campos, conceptos y elementos – SIEA – Algoritmia y Programación	31
Figura 7. Tabla de especificaciones – SIEA – Algoritmia y Programación	37
Tabla 1. Necesidades iniciales de un usuario prepago	39

PRESENTACIÓN GENERAL DE LA SERIE DE MARCOS CONCEPTUALES: ENFOQUES Y ESTRUCTURA DE LAS PRUEBAS DEL SIEA



El Sistema Institucional de Evaluación de los Aprendizajes –SIEA– hace parte de una de las estrategias de desarrollo académico de la Universidad Autónoma de Occidente y, a través de éste, se contribuye al aseguramiento de la calidad educativa. La generación de información, el monitoreo y las decisiones informadas, además de la construcción colegiada de acciones basadas en evidencias, configura un ecosistema para la actuación pedagógica, la innovación y la atención oportuna a dinámicas relacionadas con indicadores de rendimiento y eficacia académica. Asimismo, el SIEA provee información válida y confiable sobre el nivel de desarrollo de competencias con las cuales inicia y culmina un estudiante un proceso formativo en un curso y el posible aporte del mismo.

Para los profesores que han participado en las fases de gestación y desarrollo del SIEA, esta ha sido una experiencia objeto de sistematización, de análisis y de transformaciones permanentes que se producen en la perspectiva de contribuir a su consolidación. Lo anterior se evidencia en un conjunto de publicaciones, de diverso orden como las siguientes y que el lector puede consultar y leer en <https://sitios.uao.edu.co/docentes/siea/>

- 12 Boletines con ISSN. Circulación trimestral
- 7 libros Colección Experiencias con ISSN
- 5 artículos publicados en revistas indexadas nacionales e internacionales
- 7 ponencias internacionales
- 2 libros colección Seminarios con ISSN
- 1 libro con dos ISBN
- 4 capítulos de libros

La tentación por escribir, que habita en quienes se movilizan desde el SIEA, deviene como posibilidad de reelaborar la práctica que acontece en la tríada evaluación-pedagogía-didáctica. Desde la posible incertidumbre que hace emerger constantes preguntas a partir de las pruebas estandarizadas, muchos de los profesores que han participado en el Sistema encuentran en la escritura colectiva y compartida, una posibilidad de narrar una experiencia común que podría, quizás, blindarlos frente a la, a veces inevitable, tentación de repetirse maquinalmente en educación.

Fruto de diferentes prácticas conversacionales, seminarios, encuentros con asesores, con colegas de otras universidades, del hallazgo de autores y textos, y como fundamento de una perspectiva amplia sobre la evaluación para los aprendizajes, los profesores que han conformado los equipos de las once áreas curriculares se aventuraron con autonomía, singularidad y algunos criterios compartidos, a construir el marco teórico de las pruebas de cada área. En estos marcos se

presenta un estado del arte sobre la evaluación en el área particular, los propósitos de las pruebas, sus alcances, las características técnicas y metodológicas de su diseño y algunos ítems.

Precisar los constructos y construir la matriz de especificaciones que articula los campos conceptuales, los dominios cognitivos asociados con la Taxonomía SOLO (Biggs, 2004) y los contextos, hace parte de la meta compartida que se materializó en los once documentos que conforman la serie *Marcos Conceptuales* de las pruebas SIEA.

El lector encontrará, en concordancia con el momento institucional en el que fueron construidos, una propuesta que evidencia el compromiso con la validez técnica de los instrumentos de evaluación estandarizada, además de la coherencia con lo enunciado en la política curricular de un sistema evaluativo que permite el seguimiento al desarrollo de los aprendizajes de los estudiantes, el monitoreo a los aportes alcanzados en los cursos, como movilizadores de buenas prácticas y experiencias exitosas entre los docentes de las diferentes Facultades de la Universidad Autónoma de Occidente.

En la perspectiva de alineación con las políticas de educación superior en materia de resultados de aprendizaje, y de acuerdo con las transformaciones curriculares y la apuesta institucional por la multimodalidad, los Marcos y los instrumentos se están actualizando. Las colegiaturas de cada área trabajan en ello y, en el mediano plazo, tendremos una nueva/actualizada versión de la serie que estamos presentando.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN**



CONTEXTUALIZACIÓN

MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA

PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN



La asignatura de Algoritmia y Programación hace parte de la propuesta curricular de 8 programas profesionalizantes de la Facultad de Ingeniería: Ingeniería Biomédica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Ingeniería Industrial, Ingeniería Informática, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Multimedia.

Está ubicada en los primeros semestres de la carrera, no tiene prerrequisitos y en su desarrollo se emplean elementos básicos de Matemática, Álgebra y Lógica que los estudiantes han conocido en el momento educativo precedente, tales como conceptos de operaciones de matemática básica, regla de tres porcentajes, operadores relacionales, entre otros. Cada semestre, entre 300 y 400 estudiantes, de franja diurna y nocturna cursan la asignatura, la cual es liderada por aproximadamente 10 docentes, en una alta proporción, con contratación de hora cátedra.

Desde el área de Informática, a la cual está adscrita la asignatura, se perfila el contenido del curso y se favorecen acuerdos sobre

aspectos pedagógicos, metodológicos y evaluativos, lo cual incluye la decisión de diseñar, aplicar y analizar las pruebas de entrada y de salida que desde el Sistema Institucional de Evaluación de Aprendizajes-SIEA se ponen a consideración para rutas de mejoramiento pedagógico, monitorear el rendimiento y aumentar la eficacia académica. Desde el 2015, la Facultad de Ingeniería participa con la asignatura de Algoritmia y Programación en las pruebas del SIEA, con aplicación intermitente entre el 2016 y el 2019, pues la consistencia de los instrumentos y la correspondencia esperada entre la matriz de especificaciones y las pruebas, ha estado en revisión en aras de garantizar la confiabilidad de la información obtenida.

A continuación, el lector encontrará lo que institucionalmente se ha denominado *Marco Conceptual: enfoques y estructura de la prueba SIEA de Algoritmia y Programación*, acogiendo una arquitectura común del estado del arte, la matriz de especificaciones y el ejemplo un contexto e ítems diseñados de acuerdo con la taxonomía SOLO.

ESTADO DEL ARTE

MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA

PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN

EL PENSAMIENTO
COMPUTACIONAL



Jeannette Wing, vicepresidente corporativo de Microsoft Research y profesora de *Computer Science Department Carnegie Mellon University*, introdujo el término Pensamiento Computacional en una columna de opinión publicada en *Comunicaciones de la ACM* (publicación mensual de la *Association for Computing Machinery*), donde menciona que el pensamiento computacional es una forma de pensar que no es sólo para programadores, definiéndolo como:

Métodos y modelos para resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en conceptos fundamentales de la ciencia de la Computación. El Pensamiento Computacional utiliza la abstracción y la descomposición al resolver una tarea compleja o diseñar sistemas complejos, lo cual incluye una amplia variedad de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la Computación (Wing, 2006, p. 33).

En este mismo artículo define como rasgos del pensamiento computacional:

- Se conceptualiza, no se programa.
- Son fundamentales las habilidades no memorísticas o no mecánicas.
- Se complementa y combina el pensamiento matemático con la Ingeniería.
- Lo importante son las ideas, no los artefactos.

Cinco años después, a mediados de 2011, se presentó y expandió una definición operativa del Pensamiento Computacional establecida por *Computer Science Teachers Association and the International Society for Technology in Education -ISTE*, en la que se enumeran las principales operaciones que conforman el Pensamiento Computacional como práctica, sin limitarlo a que sean las únicas:

- Formular problemas de manera que se pueda usar un ordenador y otras herramientas para ayudar a resolverlos.
- Organizar y analizar datos de una manera lógica.
- Representar datos a través de abstracciones tales como modelos y simulaciones.
- Automatizar soluciones mediante el pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados).
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objetivo de conseguir la combinación más eficaz de pasos y recursos.
- Generalizar y transferir este proceso de resolución de problemas a una amplia variedad de problemas.

Posteriormente, hacia el 2012, se realizó un Taller sobre el alcance y naturaleza del pensamiento computacional con investigadores internacionales reputados, incluyendo a Jeannette Wing¹. Este taller fue organizado por el Consejo Nacional de Investigación (NRC) de los Estados Unidos, en el que se evidenció que existía una gran variedad de puntos de vista sobre el alcance y la naturaleza del Pensamiento Computacional, lo que demandaba cada vez más acuerdos conjuntos acerca de su naturaleza, funciones y formas de enseñanza-aprendizaje.

La propuesta de mayor acogida internacional tiene las sigtes características:

El Pensamiento Computacional está relacionado con procesos de pensamiento implicados en la formulación y solución de problemas, representados de forma que puedan llevarse a cabo de manera efectiva por un procesador de información. (Wing, 2010, p. 1)

De esta definición surgen dos aspectos que son particularmente significativos para la educación:

¹ Jeannette Wing es Vicedecana de investigación de la Escuela de Ingenierías y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Columbia. Su área focalizada de investigación es en Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial. Ha sido premiada por su trabajo investigativo por Computing Research Association y la Association for Computing Machinery. Es miembro de la Academia Estadounidense de las Artes y las Ciencias, Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia, la Asociación de Maquinaria de Computación y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Tiene una licenciatura, una maestría y un doctorado del MIT.



- El pensamiento computacional es un proceso de pensamiento independiente de la tecnología.
- El pensamiento computacional es un tipo específico de resolución de problemas que implica capacidades como diseñar soluciones para ser ejecutadas por un ordenador, un humano o la combinación de ambos.

A su vez, algunos beneficios adicionales del pensamiento computacional son:

- Comprender qué aspectos de un problema son susceptibles de la computación.
- Evaluar la articulación entre las herramientas y técnicas computacionales y un problema.
- Entender las limitaciones y el poder de las herramientas y técnicas computacionales.
- Aplicar o adaptar una herramienta o técnica computacional a un nuevo uso.
- Reconocer la oportunidad de utilizar la computación de una manera nueva.
- Aplicar estrategias computacionales tales como conquistar y dividir en cualquier dominio.

El pensamiento computacional para científicos, ingenieros y otros profesionales significa, además:

- Aplicar nuevos métodos computacionales a sus problemas.
- Reformular los problemas para que sean susceptibles a las estrategias computacionales.
- Descubrir nuevas “ciencias” a través del análisis de grandes volúmenes de datos.
- Formular nuevas preguntas que no se pensaron o se atrevieron a hacer debido a su dificultad, fácilmente abordadas desde el punto de vista computacional.
- Explicar problemas y soluciones en términos computacionales.

MARCO CONCEPTUAL ENFOQUES Y ESTRUCTURA

PRUEBA DE ALGORITMIA Y PROGRAMACIÓN



En esta misma vía, dos años después, se enriquece la definición, siendo expresada de la siguiente manera: “el proceso de reconocimiento de aspectos de la computación en el mundo que nos rodea, y de aplicación de herramientas y técnicas de la computación para entender y razonar los sistemas naturales y artificiales de los procesos” (Scott, 2013, p. 315).

Cansu y Cansu (2019) realizan una amplia revisión del tema, en la que destacan el trabajo realizado por la ISTE (International Society for Technology in Education) y la CSTA (Computer Science Teacher Association), quienes, en los años 2011, 2015 y 2016, propusieron dominios para las actividades relacionadas con pensamiento computacional, entre los que se destacan:

- Análisis de datos.
- Pensamiento abstracto.
- Pensamiento algorítmico.

- Modelamiento.
- Representación de datos.
- División de un problema en componentes.
- Automatización.

Asimismo, Cansu y Cansu (2019) señalan que en la revisión de la literatura son recurrentes 5 componentes del pensamiento computacional, cuyas características son:

- **Abstracción:** es el proceso que permite hacer más entendibles los artefactos a través de la reducción de detalles innecesarios y del número de variables involucradas, conduciendo a soluciones más directas.
- **Descomposición de problemas:** método que permite tomar un problema complejo y separarlo en partes más pequeñas y manejables.
- **Pensamiento algorítmico:** proceso de construir un esquema de pasos ordenados que puede seguirse para alcanzar la solución de cada uno de los componentes y de esta forma solucionar el problema general.
- **Automatización:** es la configuración eficiente de un algoritmo definido sobre recursos tecnológicos y computacionales que se aplican de manera eficiente. Siendo la eficiencia atribuible a los algoritmos y no a la configuración.
- **Generalización:** es el proceso de adaptar soluciones formuladas o algoritmos en diferentes problemas, aun cuando las variables involucradas, sean diferentes.

Todos ellos fundamentales para desarrollar competencias en la resolución de problemas, cuyas alternativas de solución puedan ser expresadas en una secuencia de pasos ordenados, y ser representados tanto en un lenguaje de computador, como en un algoritmo.

LA ASIGNATURA DE ALGORITMIA Y PROGRAMACIÓN

La asignatura de Algoritmia y Programación en la Universidad Autónoma de Occidente (UAO) tiene como objetivo: “Implementar algoritmos computacionales para abordar problemas de manejo de información, mediante el uso de paradigmas de programación estructurada y modular y el manejo de estructuras de datos estáticas” (Universidad Autónoma de Occidente, 2014, p. 1). Es decir, contribuye al desarrollo de dos de las nueve competencias que se espera sean desarrolladas y/o fortalecidas por todos los estudiantes de Ingeniería durante su proceso de formación, las cuales son:

- **La cultura tecnológica:** en la que el estudiante reconoce, comprende y se apropia de diferentes concepciones y elementos tecnológicos fundamentales para alcanzar una visión amplia como profesional de Ingeniería, a la vez que identifica las diversas concepciones sobre cómo la tecnología contribuye al fortalecimiento del pensamiento y el por qué inserto en la aplicación de conocimientos.
- **La configuración y solución de problemas:** en la que el estudiante identifica y analiza problemas para diseñar alternativas de solución a situaciones específicas de ingeniería, aplicando los conocimientos aprendidos en su disciplina e integrándolos a los recursos dispo-

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN**



nibles, con el propósito de buscar el mejoramiento de su entorno, en el marco de actuaciones éticas, legales y ambientales.

En consecuencia, con las dos competencias en mención, el contenido programático del curso contempla tres unidades:

1. Desarrollo de pensamiento lógico.
2. Algoritmia básica.
3. Estructuras de datos estáticas.

El *desarrollo de pensamiento lógico* tiene como propósito que el estudiante resuelva problemas sobre el uso de información. Esta actividad implica que el estudiante conquiste o fortalezca varias habilidades relacionadas con el pensamiento computacional, como son: aprender a entender un problema (abstraer, analizar, descomponer), plantear propuestas de solución (diseñar, modelar) y manejar un lenguaje para expresar su solución (codificar). Cada una de estas habilidades implica, a su vez, alcanzar algunos desempeños específicos, en los que el comprender un problema requiere que el estudiante reconozca *¿qué hacer?*, lo que, además, implica identificar los elementos constitutivos de la solución (entradas, salidas) indicando sus límites (restricciones). Aquí es importante que el nivel de comprensión de la situación le permita llegar hasta la descomposición funcional (identificar los procesos). Una vez entiende *¿qué hacer?* puede pasar a plantear propuestas de solución, es decir, concentrarse en *¿cómo lo va a hacer?*, describiendo los pasos requeridos para transformar los datos de entrada en las salidas esperadas.

Es allí donde cobra relevancia la segunda unidad del curso, que gira en torno a la algoritmia básica, la cual tiene como propósito que el estudiante diseñe soluciones computacionales a problemas sobre el manejo de información, empleando la programación estructurada y modular. Este proceso implica la codificación de la solución mediante un lenguaje de programación, para lo cual el estudiante debe adquirir competencias en el manejo del lenguaje, haciendo uso de la sintaxis específica; adicionalmente se incorporan los conceptos de corrección y prueba, que entregan al estudiante los elementos necesarios para verificar el funcionamiento de sus programas.

La última unidad corresponde al uso de *estructuras de datos estáticas*, de tal manera que el estudiante implemente de forma apropiada las estructuras de datos estáticas para el manejo de volúmenes de información, en la solución de problemas relacionados con la búsqueda de información.

Si bien ésta es una asignatura con preeminencia del conocimiento procedimental, la metodología incluye el desarrollo de clases teóricas donde se revisan los diferentes conceptos, aunque se hace mayor énfasis en el desarrollo de talleres y prácticas de laboratorio por parte de los estudiantes. Es importante aclarar que el énfasis del curso está en el pensamiento computacional, es decir, el proceso de formación en solución de problemas que hagan uso de estructuras algorítmicas, más que en la codificación, que corresponde a un procedimiento netamente de traducción. Así, la evaluación de saberes en el curso se enfoca en el pensamiento computacional.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN**



Con base en lo anterior, se define el Pensamiento Computacional como el constructo a partir del cual se identifican las dimensiones de campos conceptuales, dominios cognitivos y contextos que conforman una nueva versión de la matriz de especificaciones para la prueba SIEA de algoritmia y programación.

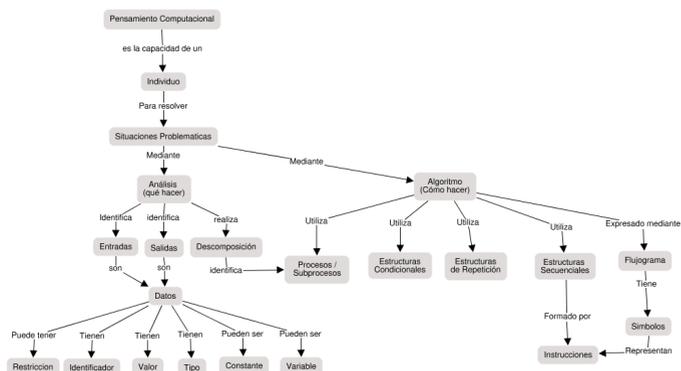
CAMPOS CONCEPTUALES

A partir del constructo definido y tomando como base el enfoque de campos conceptuales (Vergnaud, 1990), se elabora el mapa conceptual que permite generar los diferentes elementos constitutivos de la prueba.

Mapa Conceptual

En la Figura 1 se ilustra el mapa conceptual para el curso de Algoritmia y Programación, el cual muestra el constructo Pensamiento Computacional y los conceptos derivados de este.

Figura 1. Mapa Conceptual - SIEA - Algoritmia y Programación



Los campos definidos para el constructo del curso son:

1. El **campo conceptual análisis**: formado por todas aquellas situaciones o problemas sobre el uso de información, donde el estudiante debe comprender la situación para definir ¿qué hacer? Su nivel de comprensión le debe permitir establecer entradas, salidas y la descomposición del proceso en partes. Para este campo se han identificado los siguientes conceptos (ver Figura 1)

1.1. **Entradas**: son aquellos datos que son relevantes para la situación en cuestión y que se asocian con lo que se preguntará al usuario o que se puede adquirir de una fuente externa. Se debe asegurar que la información ingresada sea apropiada, para ello se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

1.1.1. **Tipo de dato**: es la propiedad de un valor que determina su dominio (qué valores puede tomar), qué operaciones se le pueden aplicar y cómo es representado internamente por el computador. Los datos pueden ser de tipo: texto, numérico (entero, real), carácter o lógico.

1.1.2. **Restricción**: define los valores válidos y no válidos para un dato en el contexto del problema.

1.2. **Salida**: son aquellos datos que son relevantes para la situación en cuestión y que se asocian con los resultados que se presentan al usuario, como respuestas esperadas

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN**



de la solución. Al igual que en las entradas, las salidas requieren que la información sea apropiada, para ello se debe tener en cuenta el *tipo de dato*.

- 1.3. **Descomposición:** actividad mediante la cual el estudiante divide el proceso a realizar en partes. También puede verse como descomposición funcional (identificación de procesos), conocida como la estrategia “divide y vencerás”, la cual consiste en definir el comportamiento requerido (requerimientos) como una serie de procesos de menor tamaño, con entradas y salidas propias.
2. **El campo conceptual *Algoritmo*:** conformado por todas aquellas situaciones cuyo tratamiento implica definir una secuencia de pasos ordenados lógicamente, modelados mediante estructuras algorítmicas y subprocesos, los cuales permiten un desarrollo algorítmico modular y su reutilización. Estas situaciones deben conducir a reflexionar en el ¿cómo hacer?

Para este campo conceptual se contemplan los siguientes conceptos (ver Figura 2)

- 2.1 **Estructura Secuencial:** implica que el control de flujo de ejecución es en secuencia, es decir, una instrucción después de otra; sus elementos pueden ser: instrucciones de entrada, instrucciones de salida, instrucciones de asignación o instrucciones de invocación (ver Figura 2).

- 2.1.1. **Instrucción de Entrada:** utilizada para solicitar datos al usuario.

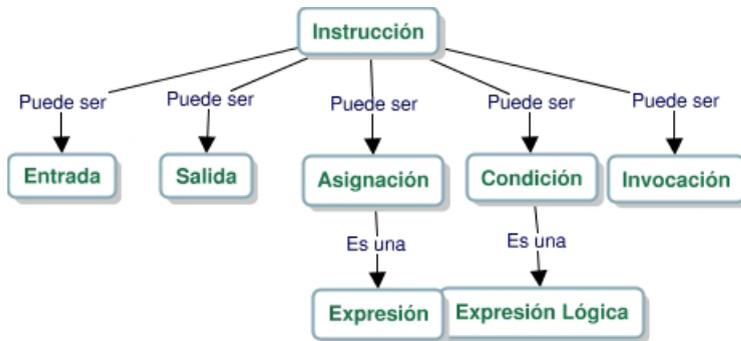


2.1.2. **Instrucción de Salida:** utilizada para mostrar datos al usuario.

2.1.3. **Instrucción de Asignación:** utilizada para asignar valores a una variable.

2.1.4. **Instrucción de Invocación:** instrucción que permite usar un subproceso.

Figura 2. Mapa Conceptual Concepto Estructura Secuencial - SIEA - Algoritmia y Programación



Nota: elaboración propia (20202).

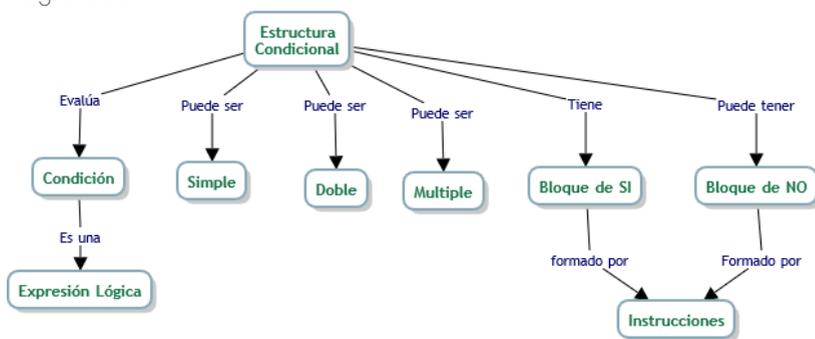
2.2. **Estructura Condicional:** estructura que implica una ramificación en el control de flujo de ejecución, es decir, permite ejecutar instrucciones diferentes (Bloque de SI, Bloque de NO) dependiendo del resultado de la condición. Esta estructura tiene los siguientes elementos (ver Figura 3)

2.2.1 **Condición:** es una expresión lógica que puede tomar como valor verdadero o falso y define el curso de ejecución del algoritmo.

2.2.2. Bloque de SI: conjunto de instrucciones que son ejecutadas cuando la condición sea verdadera.

2.2.3 Bloque de NO: conjunto de instrucciones que son ejecutadas cuando la condición sea falsa. Este bloque es opcional.

Figura 3. Mapa Conceptual Concepto Estructura Condicional - SIEA - Algoritmia y Programación



Nota: Elaboración propia (2020).

2.3 Estructura Repetitiva: estructura que implica que el control de flujo regresa a un punto anterior, es decir, permite repetir la ejecución de un bloque de instrucciones dependiendo del resultado de la condición. Esta estructura tiene los siguientes elementos (ver figura 4)

2.3.1 Condición: es una expresión lógica que puede tomar como valor verdadero o falso.

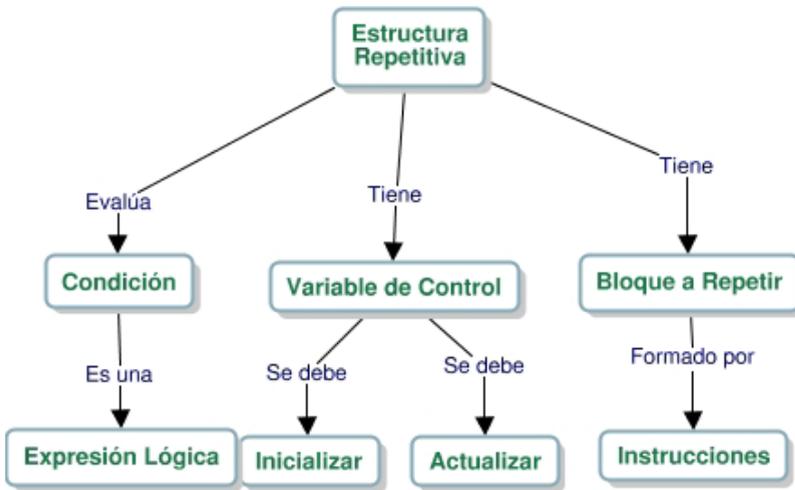
2.3.2. Variable de control: variable que está asociada con el control de la cantidad de veces que se ejecuta el



bloque a repetir. Para el correcto funcionamiento de la estructura repetitiva es necesario inicializar esta variable, al igual que actualizarla dentro del bloque a repetir.

2.3.3. Bloque a repetir: conjunto de instrucciones que son ejecutadas mientras la condición sea verdadera.

Figura 4. Mapa Conceptual Concepto Estructura Repetitiva - SIEA - Algoritmia y Programación



Nota: Elaboración propia (2020).

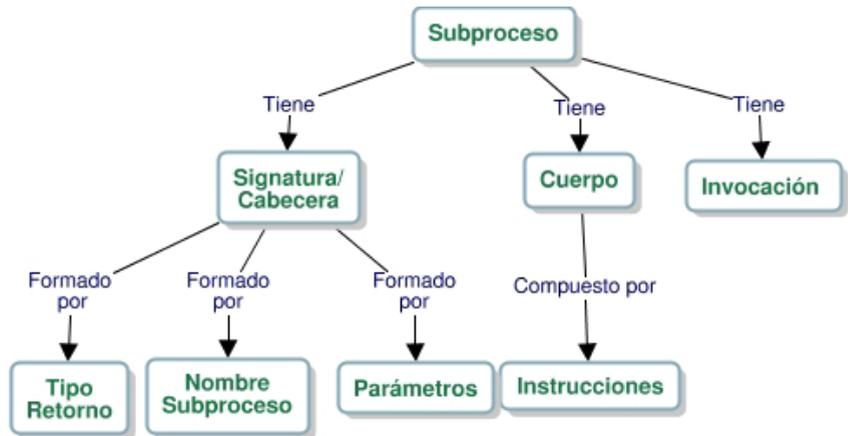
2.4. Subproceso: conjunto de instrucciones que tienen una secuencia lógica para cumplir un propósito único. Los subprocesos están formados por la signatura o cabecera y el cuerpo. La forma correcta para usar un subproceso es mediante la invocación o llamado.

Los elementos de un subproceso son los siguientes (ver Figura 5)

2.4.1. Signatura / Cabecera: la signatura del subproceso incluye tres partes: (1) el tipo de retorno, que corresponde al tipo de dato que el subproceso va a devolver, (2) el nombre del subproceso, (3) tipo y nombre de los parámetros, para cada dato de entrada debe incluirse el tipo y un nombre de variable que será empleado en las instrucciones al interior del subproceso.

2.4.2. Cuerpo: conjunto de instrucciones que son ejecutadas en el subproceso.

Figura 5. Mapa Conceptual. Concepto- Estructura- Secuencia - SIEA - Algoritmia y Programación

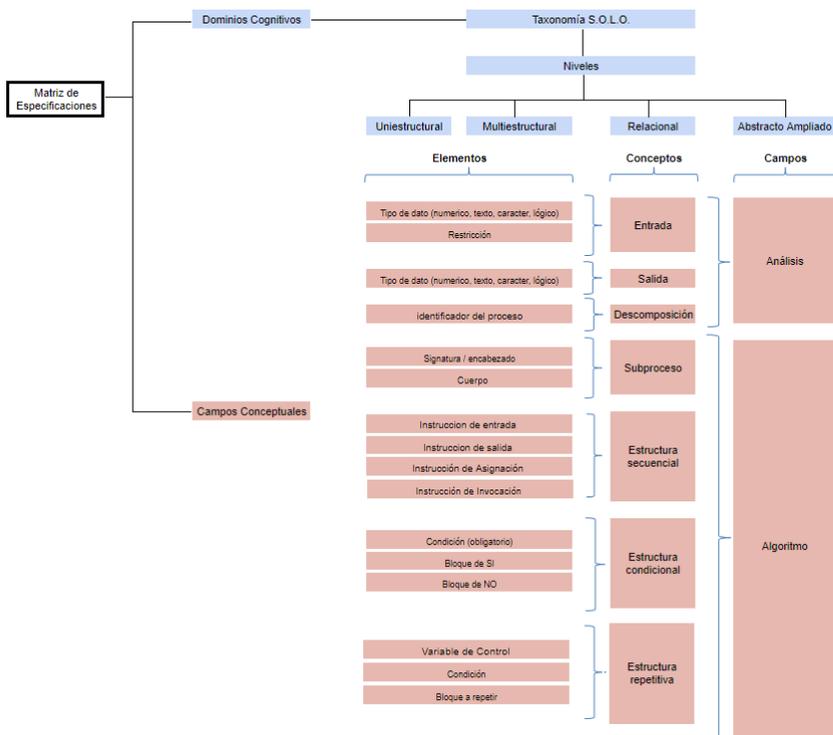


Nota: elaboración propia (2020).

Dominios Cognitivos

En la Figura 6 se ilustra la integración entre los niveles de desempeño y los campos, conceptos y elementos identificados en el mapa conceptual (ver Figura 1) para la prueba de Algoritmia y Programación:

Figura 6. Integración Niveles de Desempeño – Campos, Conceptos y Elementos - SIEA – Algoritmia y Programación



Nota: elaboración propia (2020).

Tomando como referencia la Figura 6, a continuación, se describen cada uno de los niveles de desempeño para la prueba de Algoritmia y Programación.

1. **Uniestructural:** el estudiante puede identificar y reconocer la existencia de un elemento constitutivo de los conceptos incluidos en los campos conceptuales.

En este nivel se evalúan los siguientes desempeños:

- Identifica el tipo de dato de una entrada o de una salida.
- Identifica la restricción de una entrada.
- Identifica el llamado o invocación a un subproceso.
- Identifica una instrucción de entrada.
- Identifica una instrucción de salida.
- Identifica una instrucción de asignación.
- Identifica una condición o expresión lógica en una estructura condicional.
- Identifica el bloque del SI en una estructura condicional.
- Identifica el bloque del NO en una estructura condicional.
- Identifica una variable de control en una estructura repetitiva.
- Identifica una condición o expresión lógica en una estructura repetitiva.



- Identifica la actualización de una variable de control en una estructura repetitiva.
- Identifica el bloque del ciclo en una estructura repetitiva.

2. **Multiestructural:** el estudiante está en capacidad de enumerar, describir y listar la existencia de dos o más elementos constitutivos de los conceptos incluidos en los campos conceptuales.

En este nivel se evalúan los siguientes desempeños:

- Lista los datos y tipos de datos de las entradas y/o salidas correspondientes al contexto.
- Describe las restricciones correspondientes a una entrada.
- Lista los procesos del contexto.
- Lista las instrucciones de entrada y de salida.
- Lista los elementos que conforman una estructura condicional.
- Enumera los elementos que conforman una estructura repetitiva.
- Describe las instrucciones que hacen parte de una estructura secuencial (entrada, salida, asignación, invocación).

3. **Relacional:** el estudiante está en capacidad de relacionar y aplicar conceptos constitutivos de los campos conceptuales.

En este nivel se evalúan los siguientes desempeños:

- Relaciona los diferentes datos y tipos de datos al definir las salidas en función de las entradas.

- Relaciona las entradas y las salidas requeridas para un proceso.
- Compara las descomposiciones realizadas de una situación dada.
- Relaciona apropiadamente los operadores (aritméticos, relacionales y lógicos) y la prioridad para obtener o verificar la instrucción de asignación asociada con una situación dada.
- Relaciona apropiadamente los operadores (aritméticos, relacionales y lógicos) y la prioridad para obtener o verificar la expresión lógica correcta (condición) de una estructura condicional.
- Relaciona apropiadamente los operadores (aritméticos, relacionales y lógicos) y la prioridad para obtener o verificar la expresión lógica correcta (condición) de una estructura repetitiva.
- Relaciona los elementos constitutivos de una estructura condicional.
- Relaciona los elementos constitutivos de una estructura repetitiva.
- Relaciona apropiadamente las instrucciones (entrada, salida, asignación, invocación) que permiten resolver una situación dada.

4. **Abstracto Ampliado:** el estudiante está en capacidad de evaluar, adaptar o extender en torno a los campos conceptuales asociados con el constructo.

En este nivel se evalúan los siguientes desempeños:

- Adapta los datos de entrada y/o salida para adecuarlos a la nueva situación propuesta.
- Interpreta correctamente el objetivo de un algoritmo.

- Evalúa la exactitud de un algoritmo en función de la tarea para la que fue diseñado.
- Adapta un algoritmo teniendo en cuenta modificaciones en los requerimientos.
- Extiende el uso de un algoritmo para incluir nuevos requerimientos.



Contextos

Los contextos son definidos como situaciones sobre las cuales se tiene un conocimiento, habilidad o competencia. Para el caso de la prueba de Algoritmia y Programación se proponen 3 contextos, los cuales deberán ser interpretados y analizados por los estudiantes para mayor comprensión y una adecuada toma de decisión al enfrentarse a los ítems formulados. Estos contextos varían en complejidad (Universidad Autónoma de Occidente, 2020, p. 43).

A continuación, se describen y detallan sus cualidades:

1. **Personal:** alude a situaciones comunes al estudiante, en tanto él toma parte en ellas. Abarca aspectos como la actividad que está desarrollando (trabajando, leyendo, practicando un deporte), el estado de ánimo, circunstancias físicas (medio de transporte propio, si va muy abrigado o poco). Por ejemplo: el uso del sistema de transporte público (MIO), de la biblioteca de la Universidad, el teléfono móvil, ir al cine, etc.
2. **Social:** es el que extiende el contexto personal, abarcando el entorno social relevante para el estudiante en cada momento; entendiendo que cada quien aporta su propio contexto

(espacial, temporal, ambiental, personal) al conjunto general. La época histórica en la que vivimos, la moda, las ideas mayoritarias, los hábitos sociales y la tecnología que empleamos actúan como coordenadas, como un contexto social. Por ejemplo: el proceso de elecciones para cargos públicos, noticias regionales o nacionales.

3. **Universal:** es el que extiende el contexto social, involucrando situaciones a nivel nacional o internacional que le son lejanas y poco familiares, este contexto va más allá de lo social; por ejemplo, el conflicto interno de la República de Venezuela, la ola actual de calor en el continente europeo, descubrimientos en medicina, tecnología, premios nobel, etc.

Tabla de especificaciones

En la Figura 7, se plantea la tabla de especificaciones para la prueba, en la cual se define el número de ítems por campo y dominio que se incluye en cada bloque.

La prueba está constituida por dos bloques, cada uno con 15 ítems.

Cabe anotar que en la descripción de la tabla se utilizó la siguiente notación:

- P - Contexto Personal
- S - Contexto Social
- U - Contexto Universal.

Figura 7. Tabla de Especificaciones - SIEA - Algoritmia y Programación

Constructo	Campo Conceptual	Dominio Cognitivo				Total
		Uniestructural	Multiestructural	Relacional	Abstracto Ampliado	
Pensamiento Computacional	Análisis	1 (P)	1 (U) 1 (S)	1 (P) 1 (S) 1 (U)	1 (P)	7
	Algoritmo	1 (S)	1 (P) 1 (S) 1 (U)	1 (P) 1 (S) 1 (U)	1 (U)	8
Total		2	5	6	2	15

Nota: Elaboración propia (2020).

EJEMPLO DE CONTEXTOS E ÍTEMS

Para el desarrollo de ítems se establecieron ciertos acuerdos que garantizan un desarrollo más uniforme de los mismos:

- Los ítems se centran en el manejo de los elementos o estructuras de programación, no sobre la sintaxis de un lenguaje en particular.
- Si se requiere presentar un algoritmo para ser interpretado por los estudiantes, este se presentará en pseudocódigo o usando flujogramas (diagramas de flujo) y no empleando la sintaxis de un lenguaje de programación particular. En caso de requerirse, se incluyen las explicaciones necesarias para su comprensión.
- Las opciones de respuesta corresponden a mundos posibles a los que el estudiante pudiera llegar, si considera una ruta diferente a la esperada en el proceso de solución del ítem.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN**



A continuación, se presenta un contexto y sus ítems:

Planes Prepago en Telefonía Móvil

Los grandes operadores de telefonía móvil en el país (Claro, Tigo, Movistar y Virgin) ofrecen diferentes planes prepagos para telefonía móvil, que permiten a los usuarios disfrutar de minutos (min) o segundos (s) disponibles para llamar, una cantidad definida de mensajes de texto (SMS) y una cantidad de Megabytes (MB) disponibles para navegar.

Situación 1: Ante las necesidades iniciales de un usuario, la Tabla 1 permite determinar el operador y el plan prepago que más le conviene. En ella se listan algunos de los planes prepago, en los cuales se observa el operador Tigo con 3 planes Todo con Tigo; el operador Movistar con 3 planes Todo en uno; el operador Claro con 2 planes Todo incluido, y el operador Virgin con 3 planes denominados Antiplanes, que se detallan a continuación:

Tabla 1. Necesidades iniciales de un usuario prepago

Operador	PLAN 1	PLAN 2	PLAN 3
Tigo	Nombre: Todo con Tigo 2 días (\$ 3000) 20 min 50 MB + 10 SMS	Nombre: Todo con Tigo 6 días (\$ 5000) 30 min 120 MB + 10 SMS	Nombre: Todo con Tigo 7 días (\$ 18900) 50 min 500 MB + 50 SMS
Movistar	Nombre: Todo en uno semanal (7 días) (\$ 6000) 2100 s 120 MB + 10 SMS	Nombre: Todo en uno Semana Plus (7 días) (\$ 12000) 5400 s 350 MB + 30 SMS	Nombre: Todo en uno semanal (7 días) (\$ 10000) 4200 s 240 MB + 10 SMS
Claro	Nombre: Todo incluido 2 días (\$ 3000) 20 min 50 MB + 500 SMS	Nombre: Todo incluido 6 días (\$ 6000) 30 min 120 MB + 1000 SMS	
Virgin	Nombre: AntiPlan 7 días (\$ 5000) 30 mins 150 MB	Nombre: AntiPlan 30 días (\$ 12000) 60 mins 300 MB	Nombre: AntiPlan 15 días (\$ 18000) minutos ilimitados 500 MB

Nota: elaboración propia (2020).

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN**



Situación 2: Dado el incremento en la cantidad de usuarios que poseen celulares inteligentes o Smartphone, los grandes operadores incluyen en sus planes prepago la posibilidad de disfrutar de forma gratuita de las redes sociales, de la siguiente manera: cuando el operador es Movistar o Claro, entonces se le ofrecen Facebook, WhatsApp y Twitter; de lo contrario, se le ofrecen solamente Facebook y WhatsApp.

De acuerdo con el anterior texto y las dos situaciones resuelva los siguientes ítems:

1. El operador con 2 planes es:
 - a. Virgin Mobile
 - b. Tigo
 - c. Movistar

d. Claro

Explicación: se espera que el estudiante identifique la restricción de una entrada.

La respuesta correcta es la D. Si el estudiante selecciona A, B o C, es porque no identificó que estos operadores ofrecían 3 planes.

Campo Conceptual: Análisis.

Nivel: Uniestructural.

Contexto: Personal.

2. Determinar el mejor de 2 planes, según los Megabytes, requiere y obtiene:
- a. Requiere: número del primer plan, número del segundo plan. Obtiene: nombre del mejor plan.
 - b. Requiere: nombre del primer plan, nombre del segundo plan. Obtiene: nombre del mejor plan.**
 - c. Requiere: operador y número primer plan, operador y número segundo plan. Obtiene: número del mejor plan.
 - d. Requiere: operador y nombre del primer plan, operador y nombre del segundo plan. Obtiene: número del mejor plan.

Explicación: se espera que el estudiante relacione las entradas y las salidas requeridas para un proceso.

La respuesta correcta es la B.

Si el estudiante selecciona A, es porque no relaciona que el número de un plan, le pertenece a todos los operadores y no se precisa de cuál de los operadores es.

Si el estudiante selecciona C o D, la salida como número del mejor plan sería ambigua, ya que no se sabe a qué operador pertenece.

Campo Conceptual: Análisis.

Nivel: Relacional.

Contexto: Personal.



Teniendo en cuenta la situación 2, ahora el usuario podrá seleccionar:

a. Operador y plan prepago

b. Operador y redes sociales

c. Operador, plan prepago y redes sociales

d. Plan prepago y redes sociales

Explicación: se espera que el estudiante adapte los datos de entrada y/o salida para adecuarlos a la nueva situación propuesta.

La respuesta correcta es la C.

Si el estudiante selecciona A, es porque no tiene en cuenta lo planteado en la situación 2 sobre las redes sociales.

Si el estudiante selecciona B, es porque no tiene en cuenta que los operadores ofrecen 3 planes diferentes.

Si el estudiante selecciona D, es porque no tiene en cuenta a que operador le corresponde el plan prepago.

Campo Conceptual: Análisis.

Nivel: Abstracto Ampliado.

Contexto: Personal.

3. La manera de determinar las redes de un operador es:

a. Si el operador es Movistar o Claro, redes ofrecidas: Facebook, WhatsApp y Twitter; De lo contrario, redes ofrecidas: Facebook y WhatsApp.

- b. Si el operador es Tigo o Virgin, redes ofrecidas: Facebook, WhatsApp y Twitter; De lo contrario, redes ofrecidas: Facebook y WhatsApp.
- c. Si el operador es Movistar o Claro, redes ofrecidas: Facebook y WhatsApp; De lo contrario, redes ofrecidas: Facebook, WhatsApp y Twitter.
- d. Si el operador es Tigo o Virgin, redes ofrecidas: Facebook y Twitter; De lo contrario, redes ofrecidas: WhatsApp y Twitter.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN**



Explicación: se espera que el estudiante liste los elementos que conforman una estructura condicional.

La respuesta correcta es la A.

Si el estudiante selecciona B, es porque no tiene en cuenta que los operadores Tigo y Virgin solo ofrecen 2 Redes Sociales.

Si el estudiante selecciona C, es porque no tiene en cuenta que los operadores Movistar y Claro ofrecen las 3 Redes Sociales.

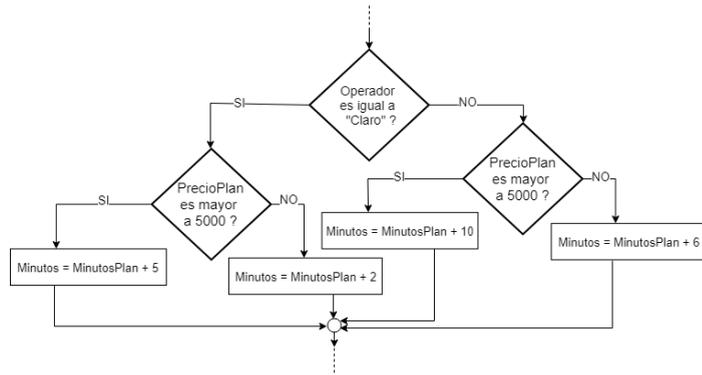
Si el estudiante selecciona D, es porque no tiene en cuenta que los operadores Tigo y Virgin no ofrecen Twitter.

Campo Conceptual: Algoritmo.

Nivel: Multiestructural.

Contexto: Personal

4. Los minutos obtenidos para Movistar, Plan 3, según la figura, son:



- a. 75 minutos.
- b. 76 minutos.
- c. 72 minutos.

d. 80 minutos

Explicación: Se espera que el estudiante relacione apropiadamente las instrucciones (entrada, salida, asignación, invocación) que permiten resolver una situación dada.

La respuesta correcta es la D.

Si el estudiante selecciona A o C, no tuvo en cuenta que el operador evaluado es Movistar.

Si el estudiante selecciona B, no tuvo en cuenta que precio del plan 3 del operador Movistar es mayor que \$5000.

Campo Conceptual: Algoritmo.

Nivel: Relacional.

Contexto: Personal.

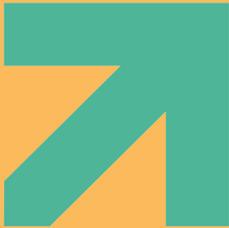
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cansu, F. K., & Cansu, S. K. (2019). An Overview of Computational Thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(1), 17-30. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53>
- Scott, J. (2013). The royal society of Edinburgh/British computer society computer science exemplification project. *Proceedings of the ITiCSE' 13*, 315. <https://doi.org/10.1145/2462476.2465574>
- Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2), 3, 133-170. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/122730/mod_resource/content/1/art_vergnaud_espanhol.pdf
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking - The beginning. *Communications of the ACM*, 24(3), 33. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2010). Computational thinking - What and why? <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
- Universidad Autónoma de Occidente-UAO. (2014). *Contenido Programático curso de Algoritmia y programación*. UAO.
- Universidad Autónoma de Occidente-Facultad de Ingeniería. (2011). *Competencias Genéricas de los egresados de la Facultad de Ingeniería*. Documento de trabajo. Universidad Autónoma de Occidente.
- Universidad Autónoma de Occidente-UAO. (2020). Marco conceptual. Enfoques y estructuras de las pruebas en lenguaje (lectura y escritura). Universidad Autónoma de Occidente.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
ALGORITMIA Y
PROGRAMACIÓN**





El Sistema Institucional de Evaluación de los Aprendizajes - SIEA - de la Universidad Autónoma de Occidente es una estrategia de desarrollo y apoyo académico que aporta información válida, confiable y oportuna para el monitoreo y cumplimiento de los indicadores de calidad educativa. Para ello, entre otros recursos, se vale de las pruebas estandarizadas, de entrada y de salida de las 11 áreas de conocimiento, desde las cuales se monitorea el valor agregado de los cursos, se obtiene información para el mejoramiento pedagógico y curricular y se logran conocer en detalle los dominios cognitivos de los profesionales en formación, para llevarlos más lejos y potenciarlos.

Acorde con lo anterior, la construcción de los instrumentos estandarizados incluye la definición de los Marcos Teóricos, que son consensuados por la comunidad académica de los profesores de cada área; en ellos, el lector encuentra los detalles del qué, para qué y cómo evaluar.

Dichos Marcos se renuevan con periodicidad, máxime que vivimos en un mundo de cambios vertiginosos, en el que las habilidades y destrezas exigidas no son las mismas, están en permanente evolución y en el que el objetivo de la educación no es la recopilación y memorización de información, sino que nos enfrentamos a una perspectiva más amplia y dinámica del conocimiento.

Cada uno de los Marcos integra el concepto de competencia en el área y su importancia en la sociedad actual; explicita el constructo que será evaluado, así como las características que se representarán en las actividades de las pruebas; se detallan los aspectos operacionales de la evaluación, cómo se medirán de acuerdo con la taxonomía por la cual ha optado la Universidad y se presentan algunos ejemplos de los ítems.

El lector encontrará -a manera de seriado- los 11 Marcos Teóricos de las respectivas áreas del SIEA, y se anticipa la posibilidad de ampliación a nuevas áreas y modalidades.

ISSN: 2744-970X

