

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

TESIS PRESENTADA  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN

AUTOR: JAVIER AUGUSTO RIOS SUAREZ

ASESOR: HUMBERTO SANCHEZ RUEDA

BOGOTÁ

2019

ENSEÑANZA DE LOS ALGORITMOS DE PROGRAMACIÓN EN ESTUDIANTES  
INICIALES DE INGENIERIA A TRAVÉS DE LA DIMENSIÓN CREATIVA

Tesis presentada por  
Javier Augusto Ríos Suárez

Ante la Universidad  
Santo Tomás  
Como requisito parcial para optar por el título de  
MAGISTER EN EDUCACIÓN

Marzo, 2019

## Resumen

Esta investigación hace parte de la línea de educación de la maestría de la Universidad Santo Tomás. Su objetivo es diseñar una propuesta metodológica definida en una dimensión creativa que desarrolle el pensamiento crítico, computacional y creativo en estudiantes iniciales del curso de algoritmos de programación en Ingeniería de Sistemas.

La metodología se desarrolló bajo un enfoque mixto (cuantitativo /cualitativo) a través de un estudio descriptivo-correlacional explicativo de corte experimental con la relación de dos variables: *rendimiento académico* y la *dimensión creativa* en el enfoque del pensamiento crítico, computacional y creativo. La población estuvo representada por dos universidades privadas de la ciudad de Bogotá llamada IES\_A / IES\_B, a la cual se le aplicó una muestra simple aleatoria estratificada para conocer los participantes en cada institución, donde fueron presentados a una encuesta cerrada a través del método de Likert para caracterizar y conocer dicha muestra.

Con base en los resultados anteriores, la muestra se divide en dos grupos llamados grupo control (GC) y grupo experimental (GE) dando inicio así a un diseño experimental para construir la dimensión creativa que conformará la propuesta metodológica de la investigación. Con el apoyo de una prueba de Watson Glaser y de un test de habilidades computacionales y creativas enfocado en: Identificación de patrones; Uso de instrucciones, variables; Secuencias y operadores; Reuso, detección de errores, abstracción, creatividad y trabajo colaborativo.

Como resultado de la investigación, se presentan los hallazgos y conclusiones sobre la propuesta metodológica con el apoyo de la *Dimensión Creativa* como aspecto relevante en el proceso de aprendizaje, donde se hace especial atención al desarrollo del pensamiento crítico, creativo y computacional en la formación integral de todo ser humano.

**Palabras claves:** Enseñanza y aprendizaje, experimento, pruebas, pensamiento, rendimiento académico, resolución de problemas.

## Introducción

Para la elaboración de esta propuesta de investigación se tuvo en cuenta el proceso del aprendizaje centrado en el estudiante, donde se hace relevancia en el trabajo por competencias y aptitudes entre otras, para el desarrollo y la comunicación del pensamiento crítico, computacional y creativo.

De acuerdo a los diversos métodos de enseñanza y aprendizaje que se establecen en las instituciones de educación superior, para los estudiantes iniciales del curso de algoritmos de programación en ingeniería de sistemas, se alinea esta propuesta de investigación bajo el siguiente interrogante *¿cuáles son las estrategias para presentar una propuesta metodológica que centrada en las capacidades del estudiante, propenden por el desarrollo de habilidades y la integración de conocimientos para la solución de problemas en el curso inicial de algoritmos de programación en ingeniería de sistemas?*

Esto llevado a replantear el sistema tradicional de la universidades y logra trabajar el método orientado hacia el estudiante como eje central con un metodología ajustada al sistema de enseñanza superior. Además debido al acceso del conocimiento científico, conlleva a que los educandos tengan la capacidad de análisis crítico para profundizar en un tema específico y solucionar diversas problemáticas en situaciones reales donde se lleve al aula estrategias que permitan el desarrollo del pensamiento crítico, computacional y creativo de los estudiantes.

En este orden de ideas, se encuentra en el primer capítulo el planteamiento del problema con su introducción, contexto, formulación del problema, pregunta de investigación, objetivo general, objetivos específicos y justificación. Después se presenta el segundo capítulo con la fundamentación teórica de la propuesta de investigación, donde se resaltan los antecedentes, los algoritmos de programación en la ingeniería, la enseñanza de las matemáticas y de los algoritmos, factores que influyen en el rendimiento académico, tipos de pensamiento, aprendizaje basado en problemas (ABP), la dimensión creativa, la propuesta metodológica y su dimensión creativa, dimensiones del pensamiento crítico desde la perspectiva de Watson y Glaser y por último aspectos relevantes del experimento en grupos de control y experimental.

En el desarrollo del diseño metodológico el enfoque abordado fue mixto (cuantitativo, cualitativo), así mismo, el tipo de investigación fue descriptivo correlacional, explicativo en la

línea experimental. La población seleccionada fueron los estudiantes iniciales del curso de algoritmos de programación en dos instituciones de educación superior en la ciudad de Bogotá, aplicando instrumentos de evaluación como la encuesta, Pre\_test/Pos\_test y la prueba Watson bajo un riguroso análisis de los datos a través de la técnica de triangulación.

En el análisis se realiza el diseño gráfico y semántico a partir de las encuestas y pruebas, donde se logra presentar la correlación entre las variables del estudio y los resultados de este análisis, además se hace una relación con el marco teórico que fundamenta las ideas de los participantes, presentando el esquema de la propuesta metodológica con el apoyo de a la Dimensión creativa generada.

Finalmente, aparecen las conclusiones y recomendaciones para trabajos futuros, sobre todo se resalta la importancia del beneficio e impacto de esta propuesta metodológica con el apoyo de un esquema de la *Dimensión Creativa* enfocado en el desarrollo del pensamiento crítico y del pensamiento computacional y creativo.

## Índice

Resumen

Introducción

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. Introducción .....	11
1.2. Contexto de la investigación .....	14
1.3. Formulación del problema .....	18
1.4. Pregunta de investigación.....	22
1.5. Objetivo general .....	22
1.6. Objetivos específicos.....	22
1.7. Justificación.....	23
2. MARCO TEÓRICO .....	27
2.1. Antecedentes .....	27
2.2. Los algoritmos de programación en la ingeniería .....	30
2.3. Enseñanza de las matemáticas y de los algoritmos .....	31
2.4. Factores que influyen en el rendimiento académico .....	32
2.5. Tipos de pensamiento.....	33
2.5.1 Pensamiento crítico: Aplicación de la teoría de Villarini .....	33
2.5.2 Pensamiento computacional.....	34
2.5.3 Pensamiento creativo.....	35
2.6. Aprendizaje basado en problemas (ABP) .....	37
2.7. Scratch.....	38
2.8. La Dimensión Creativa.....	38
2.9. Propuesta metodológica y su Dimensión Creativa.....	38
2.9.1 Dimensiones del pensamiento crítico desde la perspectiva de Watson y Glaser .....	39
2.9.2 Experimento con Grupo control y grupo experimental.....	40
3. DISEÑO METODOLÓGICO .....	41
3.1. Enfoque y tipo de investigación.....	41
3.2 Variables del estudio .....	42
3.3. Universo del estudio población, tamaño de la muestra e instrumentos .....	43
3.3.1 Población.....	43
3.3.2 Muestra.....	43
3.3.3 Instrumentos de evaluación.....	45
3.4 Diseño de la propuesta .....	49

3.4.1 Fase 1. Muestra y recolección de la información.....	49
3.4.2 Fase 2. Diseño y propuesta.....	52
3.4.3 Fase 3. Análisis de información .....	55
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.1 Caracterización de los participantes en el estudio.....	56
4.2. Curva de desempeño académico de los participantes .....	58
4.3. Resultados de la aplicación del instrumento Pos-Test .....	58
4.4. Resultados de la medición del Pensamiento Crítico (PC).....	65
4.4.1 Análisis descriptivo .....	66
4.5 Resultados de la medición del pensamiento Computacional y Creativo (PCC) .....	72
4.5.1 Análisis descriptivo .....	72
4.6 Presentación de la propuesta metodológica .....	80
4.6.1. Esquema de las Estrategias para la presentación de la propuesta metodológica.....	82
Desde la <i>Dimensión Creativa</i> .....	82
5. CONCLUSIONES .....	84
6. TRABAJOS FUTUROS .....	86
7. REFERENCIAS.....	86

### **Lista de Tablas**

Tabla 1. Aspectos similares entre los programas participantes.....	14
Tabla 2. Población clasificada por Genero en el participante primer año 2017.....	16
Tabla 3. Población participantes clasificada por jornada 2017.....	16
Tabla 4. Dificultades en la habilidad académica en los estudiantes con notas menores a 3.0 en el año 2017 .....	19
Tabla 5. Tipo de material usado en el inicio de clase con notas menores a 3.0 en el año 2017	20
Tabla 6. Características del pensamiento computacional.....	34
Tabla 7. Muestra estratificada de los participantes .....	45
Tabla 8. Adaptación de los instrumentos acorde a la prueba de pilotaje .....	48
Tabla 9. Cálculo del coeficiente de Cronbach para los instrumentos .....	49
Tabla 10. Códigos de las respuestas del instrumento Pre-Test y Pos-Test .....	50
Tabla 11. Categorías de Watson y Glaser. Pensamiento Crítico.....	50

Tabla 12. Operacionalización del componente Pensamiento Computacional y Creativo (PCC) .....	51
Tabla 13. Propuesta metodológica del estudio.....	53
Tabla 14. Categorías para medir el pensamiento crítico en el experimento.....	54
Tabla 15. Aplicación de los instrumentos en el laboratorio del experimento .....	55
Tabla 16. Conformación del grupo experimental y el grupo de control .....	59
Tabla 17. Prueba T-Test del grupo de control y experimental en el Test .....	61
Tabla 18. Valores de coeficiente de Person (p) entre los grupos .....	61
Tabla 19. Niveles de evaluación de la habilidad en los ejes .....	63
Tabla 20. Porcentaje acumulado de los participantes en el experimento.....	63
Tabla 21. Escala e intervalos para la medición del Pensamiento Crítico (PC) .....	66
Tabla 22. Niveles de evaluación versus Valoración General del instrumento.....	73
Tabla 23. Resultados de la valoración general del Instrumento.....	73
Tabla 24. Calificación general del instrumento por grupos .....	74
Tabla 25. Primera Categoría para el comportamiento de las habilidades del PCC.....	74
Tabla 26. Niveles de evaluación Categoría 1 del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC).....	75
Tabla 27. Resultados de la categoría 1 del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC) ....	75
Tabla 28. Segunda Categoría para el comportamiento de las habilidades del PCC.....	75
Tabla 29. Niveles de evaluación Categoría 2 del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC).....	76
Tabla 30. Resultados de la categoría 2 del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC) ....	76
Tabla 31. Tercera Categoría para el comportamiento de las habilidades del PCC .....	77
Tabla 32. Niveles de evaluación Categoría 3 del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC).....	77
Tabla 33. Resultados de las categorías del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC) ....	77
Tabla 34. Identificador de Patrones del grupo experimental y grupo control.....	79
Tabla 35. Esquema de la Dimensión Creativa como aporte a la propuesta metodológica.....	81

## Lista de Figuras

Figura 1. Estudiantes matriculados en cursos de Algoritmos de programación .....	15
Figura 2. Rendimiento académico en el curso de Algoritmos de programación año 2017.....	17
Figura 3. Rendimiento académico – Estudiantes con notas menores a 3.0.....	17
Figura 4. Puntos altos y bajos en la habilidad académica en los estudiantes .....	20
Figura 5. Resultados aspecto motivacional en los estudiantes con notas menores a 3.0 en el año 2017 .....	21
Figura 6. Pensamiento creativo - motivacional.....	36
Figura 7. Elementos del aprendizaje colaborativo .....	37
Figura 8. Puntos altos y bajos en la habilidad académica en los estudiantes .....	39
Figura 9. Variables del estudio.....	42
Figura 10. Distribución de edades de los participantes del estudio .....	56
Figura 11. Distribución Género de los participantes del estudio .....	57
Figura 12. Semestres de antigüedad de los participantes en la Institución .....	57
Figura 13. Curva del desempeño académico.....	58
Figura 14. Ficha técnica aplicación Instrumento Pre-Test.....	59
Figura 15. Comparación de resultados según ítems niveles de evaluación de los grupos .....	60
Figura 16. Distribución normal entre los grupos participantes .....	62
Figura 17. Evaluación de los ejes metodológicos de apoyo a la VD .....	64
Figura 18. Perfil de los participantes en la evaluación de los ejes metodológicos VD.....	64
Figura 19. Distribución estadística de los ejes metodológicos.....	65
Figura 20. Categoría de Inferencia del Pensamiento Crítico (PC).....	67
Figura 21. Categoría de Reconocimiento de Supuestos del Pensamiento Crítico (PC).....	67
Figura 22. Categoría de Deducción del Pensamiento Crítico (PC).....	68
Figura 23. Categoría de Interpretación del Pensamiento Crítico (PC).....	69
Figura 24. Categoría de Evaluación de argumento del Pensamiento Crítico (PC) .....	70
Figura 25. Resumen de la Curva global del Pensamiento Crítico.....	71
Figura 26. Media y Desviación Estándar de la curva resumen de las categorías del Pensamiento Crítico (PC).....	71
Figura 27. Análisis de la Categoría 1 entre el GE y GC .....	78

Figura 28. Análisis de la Categoría 2 entre el GE y GC .....	79
Figura 29. Análisis de la Categoría 3 entre el GE y GC .....	80
Figura 30. Estructura de la propuesta metodológica .....	83

### **Lista de Anexos**

- Anexo 1. Resumen Analítico Educativo (RAE)
- Anexo 2. Pre-Test: Rendimiento académico y resolución de problema (ejes metodológicos)
- Anexo 3. Prueba de Watson y Glaser (adaptada por el autor)
- Anexo 4. Instrumento pos-test para medir habilidades en el Pensamiento Computacional y Creativo. PCC
- Anexo 5. Carta de consentimiento informado para participar en la investigación
- Anexo 6. Descripción estadística de la aplicación del pos-test para medir las habilidades del PCC
- Anexo 7. Total de Varianzas de los componentes del Instrumento de Pre-Test por participante
- Anexo 8. Esquema de las Estrategias para la presentación de la propuesta metodológica

# 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. Introducción

La UNESCO, (2013) resalta la importancia de trabajar en un currículo centrado en los estudiantes, dirigido al desarrollo de habilidades o capacidades de comprensión más que en el contenido. Los contextos impartidos deben llevar al estudiante en sentirse seguros para demostrar el aprendizaje, lo cual fortalece el conocimiento y facilita la transferencia del aprendizaje en otros contextos.

Además, debido al acceso del conocimiento científico, los estudiantes que se vean inmersos en sistemas de aprendizaje centrados en sus capacidades de análisis, crítica y comprensión, permite fortalecer sus competencias para solucionar diversas problemáticas en situaciones reales ejercitando su pensamiento crítico, lógico y creativo.

Por otra parte, según los investigadores Castillo, A. S., Berenguer, I. A., Sánchez, A. G., & Fernández, Y. T. (2013) el profesional de ingeniería requiere apropiarse de los principales adelantos científicos y tecnológicos, donde logre desarrollar habilidades que le permita diseñar, escribir, depurar y mantener el código fuente de programas computacionales; con el uso del trabajo multidisciplinar, tipos de lenguajes, algoritmos especializados y la lógica formal, permitiendo exhibir el comportamiento deseado. Lo anterior se tiene en cuenta en el diseño de todos los planes de estudio de ingeniería de sistemas de programas universitarios, la diferencia que se plantea revisar en este documento se refiere a las metodologías y prácticas pedagógicas que se pueden implementar para conseguir mejores resultados.

El autor Lizarazo (2015) afirma en su columna “Preocupante *déficit de ingenieros en Colombia*”, siendo los programas de ingeniería la segunda área de conocimiento con mayor demanda en Colombia, lo ratifica el Sistema Nacional de Información en Educación Superior (SNIES, 2017) es el área con mayor deserción como lo presenta el estudio realizado por el Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES). Este estudio estima que solo el 28% de los aspirantes logran graduarse y se tiene un déficit de 15.000 ingenieros en Sistemas y Telemática, estableciendo una cifra en prospectiva de 93.000 en el 2019 si no se toman medidas al respecto. El presente documento

pretende apoyar en la identificación de estrategias que fortalezcan las competencias que requieren los estudiantes para lograr convertirse en ingenieros de sistemas.

Siendo el curso de *algoritmos*, en la ingeniería de sistemas el *pilar* para la enseñanza basada en problemas, se presenta con alta complejidad para el aprendizaje de los estudiantes que inician en la ingeniería por varios factores. Según Portuondo Padrón (2000), en su momento surge un estado *psíquico* de dificultad en el estudiante, cuando en la tarea que está resolviendo, le es difícil explicar una situación nueva mediante los conocimientos que tiene y allí de inmediato se presenta una controversia consigo mismo. Es allí cuando el lenguaje matemático juega un papel fundamental, como punto vital lógico, atendiendo a rutas y criterios específicos que encaminen al estudiante a la resolución de problemas. El uso de las matemáticas es fundamental para comprender los problemas del mundo real, ya que implica descubrir, razonar, intuir, imaginar, probar, aplicar técnicas, destreza y comprobar resultados entre otros.

Por tanto surge el pensamiento lógico-matemático, el cual se vincula al estudiante a través de sus vivencias y calidad de vida, con el fin de comprender mejor la realidad, generando una serie de habilidades, fortalezas, actitudes y destrezas asociado a la resolución de problemas y a la capacidad de abstracción o el *pensamiento crítico*.

El auge tecnológico en este siglo XXI, ha impactado en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los programas académicos con perfil científico y tecnológico, en particular en las carreras de ingeniería, donde se exigen nuevos conocimientos y perfiles profesionales encaminados a capital humano especializado, debido a los continuos cambios sociales y económicos dados por esta revolución tecnológica.

Es allí donde radica la importancia del tema de este estudio, en lograr llevar la enseñanza de los algoritmos de programación en estudiantes iniciales de ingeniería a una estructura orientada al pensamiento crítico, a la lógica computacional y a la creatividad, que les permita comprender algunos interrogantes iniciales como: ¿Qué? ¿Por qué? ¿Cómo? ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Para qué?, en el momento de expresar sus dudas e inseguridad al indagar en la solución de un problema.

Como lo menciona el autor De Lobos, M. E., (2010) la actividad para programar requiere de un conjunto de instrucciones ordenadas para ser introducidas a las máquina y así lograr la tarea requerida. Pero es fundamental que se induzca al estudiante a la necesidad de diseñar, escribir, depurar y mantener el código fuente de los programas, a través del dominio de un lenguaje específico y de la aplicación de la lógica formal. Estos elementos deben incluirse en las tareas y ejercicios en el aula, aunque se cuenta con un tiempo límite de horas por semana muy reducido, donde algunos no pueden cumplir con su compromiso académico y entran en un estado de pánico e inercia.

Como lo argumentan los autores Guibert, Guittet y Girard (2005), los estudiantes que inician por primera vez en la construcción de algoritmos se enfrentan a una serie de problemas lo cual les impide cumplir tantas tareas a la vez. Pero el docente espera que sus estudiantes puedan cumplir con las tareas, una vez explicando por medio de las lecturas declarativas el manejo de la lógica a través de un lenguaje natural creativo, con el apoyo de la lógica-matemática y algunas representaciones con imágenes específicas a la situaciones que se requiere resolver. Pero aun así el estudiante no logra avanzar en sus tareas, como lo afirman los autores por la complejidad y cantidad de las mismas.

Una de las dificultades actuales en el aula de los docentes es confundir los ejercicios con los problemas, asignándoles a los primeros categoría de problemas y utilizándolos para que los estudiantes puedan "resolver" el planteamiento de un problema a partir de los conceptos y principios expresados en clase. Esta confusión se debe a que algunos docentes no reconocen las características del problema desde su nivel de dificultad dado por el desconocimiento de la solución y desde los procedimientos utilizados para su resolución que no están presentes en un ejercicio (Baño, 2015).

Por lo tanto, esta investigación está dirigida a construir una *propuesta metodológica* con el apoyo de un conjunto de estrategias definidas en una *dimensión creativa*, que permita la enseñanza de los *algoritmos de programación* en los estudiantes del primer (1°) semestre en el programa de ingeniería de sistemas en dos (2) instituciones de educación superior (IES) de carácter privado en la ciudad de Bogotá. Esta *Propuesta Metodológica* estará centrada en el estudiante, para que adquiera conocimientos integrados, estructurados y desarrolle habilidades

para la solución de problemas en situaciones reales en el curso de Algoritmos de Programación.

## 1.2. Contexto de la investigación

El estudio de esta investigación, está contextualizado en una realidad particular de dos IES en la ciudad de Bogotá, que desde ahora se llamarán IES\_A, IES\_B. Los nombres de dichas instituciones están protegidos para no llegar a estigmatizar o afectar su promoción con los resultados académicos presentados, además atendiendo el derecho de confidencialidad de los datos. La población participante son los estudiantes que inician el programa de Ingeniería Sistemas, quienes pertenecen a curso de *algoritmos de programación* correspondientes al primer semestre.

Estas instituciones, son entidades de carácter privado, sin ánimo de lucro, reconocidas mediante resoluciones emitidas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en Colombia. Se encuentran ubicadas en la ciudad de Bogotá. Si bien estas instituciones no son las únicas en su área de influencia, su ubicación geográfica las sitúa como de las más importantes en el ofrecimiento de servicios educativos para la localidad.

Además, sus programas de ingeniería de sistemas conservan características similares como se puede visualizar en la Tabla 1, con factores relacionados con sus modelos educativos, formación docente, número de estudiantes del curso de algoritmos, intensidad horaria, tipo de jornada, planes y guías de práctica entre otros. Esta información es obtenida de acuerdo a la consulta de documentación institucional pública del año 2017 y entrevistas con coordinadores y directivos, de las dos instituciones participantes.

Tabla 1. Aspectos similares entre los programas participantes

Factores de las programas	Aspectos similares
Duración del programa	10 semestres
Renovación registro calificado	IES-A: 2017; IES-B: 2018
Modalidad	Presencial con apoyo del aula virtual para sus prácticas y seguimientos;
Formación docente	Más del 90% con formación de Maestría
Estudiantes nuevos por año	234 - 272
Intensidad de horas	4 horas académicas a la semana
Tipo de jornada	Diurna y nocturna
Crédito académico de planes de estudio	161 – 163
Instrumentos de Gestión Curricular	Syllabus, contenidos programáticos

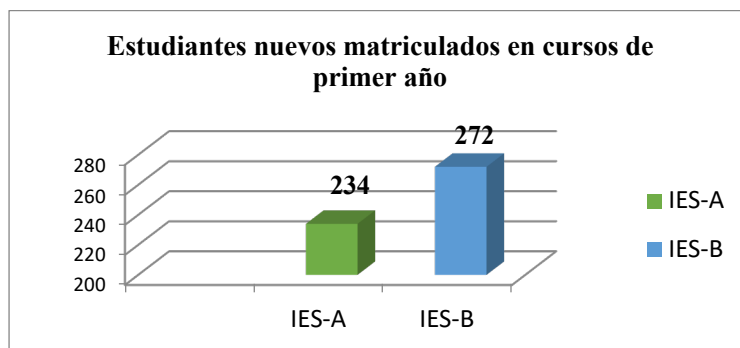
Fuente: (SNIES, 2017).

Un aspecto relevante de estos programas, es la renovación de sus registros calificados de manera satisfactoria en los años 2017 y 2018 y que se encuentran preparando sus planes para ser presentados a mediano plazo al proceso de acreditación de alta calidad ante la Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CONACES).

En la IES-A, el curso de *Algoritmos y Programación* presenta como objetivo de formación: “Diseñar aplicaciones informáticas que se ajusten a las necesidades de las organizaciones, donde se logre dirigir y coordinar aplicaciones de desarrollo complejo, con el uso adecuado del ciclo de vida de un producto para la solución de problemas puntuales” (IES-A, 2016). En la IES-B, el curso *Programación Básica* presenta como objetivo “A través del planteamiento de problemas específicos, se debe analizar, diseñar y desarrollar soluciones a problemas reales, utilizando la lógica para ser desarrollado en un lenguaje de programación” (IES-B, 2017). Estos cursos, plantean su objeto de estudio en la creación de *algoritmos* y aunque difieren en algunos aspectos de sus objetivos, guardan similitud en el trato y planteamiento de problemas a resolver del mundo real.

En la Figura 1, se registran las cantidades de estudiantes del programa de ingeniería de sistemas de las instituciones participantes; donde la IES-A tiene 234 estudiantes nuevos matriculados en el primer curso de algoritmos y que representa una participación del (46.24%), la IES-B cuenta con 272 estudiantes nuevos matriculados en su primer curso de algoritmos que representa un (53.75%). Siendo la diferencia un (7.50%) correspondiente a 38 estudiantes.

Figura 1. Estudiantes matriculados en cursos de Algoritmos de programación



Fuente: (SNIES, 2017). Diseño elaborado por el autor

En la Tabla 2, se aprecia la población participantes clasificada por Genero, donde el (13.43%) equivale a 68 mujeres nuevas matriculadas en el curso de algoritmos, mientras que el (86.56%) equivale a 438 hombres nuevos matriculados en el curso. Con una diferencia del (73.12%) correspondiente a 370 estudiantes hombres en el curso de algoritmos. Datos a tener en cuenta en el momento de mostrar los resultados en esta investigación.

Tabla 2. Población clasificada por Genero en el participante primer año 2017

Instituciones de Educación Superior (IES)	Estudiantes Nuevos matriculados en cursos de primer año		Total
	Mujeres	Hombres	
IES-A	28	206	234
IES-B	40	232	272
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>438</b>	

Fuente: (SNIES, 2017). Diseño autor

A continuación, en la Tabla 3, se observan los resultados de la población participante por jornada de estudio correspondiente al año 2017, donde el (47.03%) equivale a 238 estudiantes nuevos matriculados en la jornada diurna en el curso de Algoritmos, mientras que el (52.96%) equivale a 268 estudiantes nuevos matriculados en la jornada nocturna. Con una diferencia del (5,92%) correspondiente a 30 estudiantes matriculados en el jornada nocturna. Lo cual también será identificado en el momento de mostrar los resultados en esta investigación.

Tabla 3. Población participantes clasificada por jornada 2017

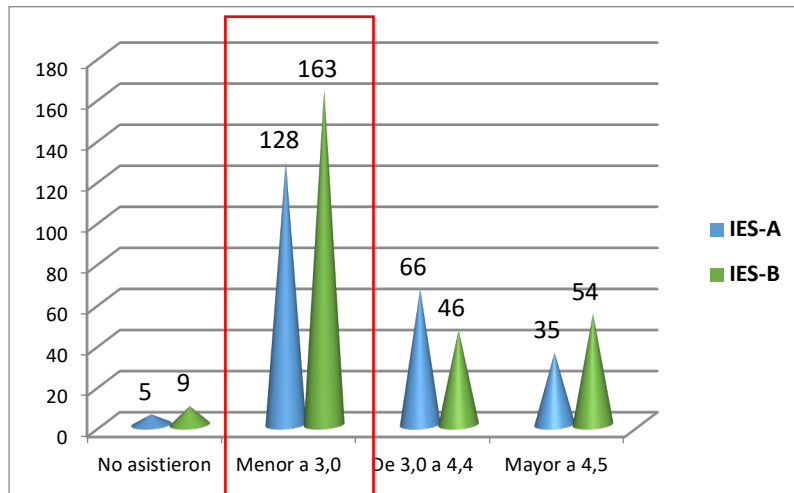
Instituciones de Educación Superior (IES)	Estudiantes Nuevo matriculados en cursos de primer año		Total
	Diurna	Nocturna	
IES-A	47	187	234
IES-B	191	81	272
<b>Total</b>	<b>238</b>	<b>268</b>	<b>506</b>

Fuente: (SNIES, 2017). Diseño elaborado por el autor

En la Figura 2, se observan los resultados de la población participantes por intervalo del rendimiento académico en curso de programación de primer año 2017. Donde el (2.77%) equivalente a 14 estudiantes no asistieron al curso; mientras que el (57.51%) equivalente a 291 estudiante obtuvieron una nota menor a 3.0 en el curso; el (22.13%) correspondiente a 112

estudiantes obtuvieron una nota entre 3.0 y 4.6; y por último el (17.59%) equivalente a 89 estudiantes obtuvieron una nota mayor a 4.6. Lo cual será significativo en el momento de mostrar los resultados en esta investigación.

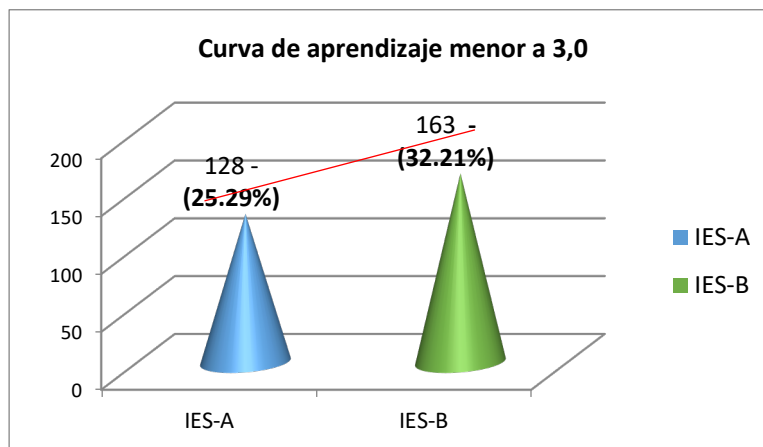
Figura 2. Rendimiento académico en el curso de Algoritmos de programación año 2017



Fuente: (listas\_finales\_notas, 2017). Diseño autor

En la Figura 2, se resalta en un cuadro rojo la cantidad de 291 estudiantes que obtuvieron notas menores a 3.0, con un (57.50%) siendo el porcentaje más alto en la curva del desempeño académico, establecido aproximadamente en más de la mitad de la población participantes en el estudio.

Figura 3. Rendimiento académico – Estudiantes con notas menores a 3.0



Fuente: (Documentos de autoevaluación, 2017). Diseño autor

En la Figura 3, se observa el porcentaje y la cantidad de estudiantes relacionados entre la IES-A y la IES-B. Donde el (25.29%) corresponde a 128 estudiantes y el (32.21%) equivalente a 163 estudiantes respectivamente de cada institución participante. Datos que serán tenidos en cuenta para el desarrollo de esta investigación.

Se espera diseñar y construir una *propuesta metodológica* definida en una *Dimensión Creativa* a través de datos medibles que denoten la correlación entre el aprendizaje y el pensamiento crítico, computacional y creativo con estudiantes iniciales del curso de algoritmos de programación en el programa de Ingeniería. En el (Anexo 1), se presenta la ficha Resumen Analítico Educativo (RAE) de esta investigación

### **1.3. Formulación del problema**

Según el autor Trejos (2013) el aspecto fundamental en un futuro profesional Ingeniero de Sistemas radica en proveer herramientas lógicas y tecnológica a los estudiantes para que puedan encontrar, diseñar, implementar, monitorear, realimentar y optimizar soluciones que resuelvan problemas computables, de manera que sea el mismo estudiante quien las diseñe, las conciba y las implemente.

En este estudio se presenta la experiencia llevada a cabo con los estudiantes de la asignatura de las instituciones participantes en el curso de *Algoritmos y Programación* y el curso de *Programación Básica* correspondientes a la IES-A e IES-B respectivamente, tomando como referencia únicamente los estudiantes que obtuvieron notas menores a 3.0 acorde a la Figura 3, no se tienen en cuenta los catorce (14) estudiantes que no iniciaron el curso ya que quedan fuera del contexto de esta investigación. Estos cursos, tienen en común que se organizan en cuatro (4) horas académicas a la semana hasta completar un total de 64 horas al semestre de acuerdo al plan de estudio del programa y que corresponden a tres (3) créditos académicos.

En el año 2017, se realizó una encuesta anónima para analizar cualitativamente la estrategia de aprendizaje del curso inicial de *Algoritmos de programación* en los dos (2) períodos académicos del año 2017, únicamente con los estudiantes iniciales del programa de ingeniería de sistemas.

Para el avance de este estudio, se seleccionaron los resultados de la encuesta que pertenecen a estudiantes con notas finales menores a 3.0, de las dos instituciones participantes. Haciendo un análisis de los resultados obtenidos donde fue posible identificar algunos aspectos críticos en este curso inicial de ingeniería, en los estudiantes que ingresaron en el año 2017 y que pudieron influir de forma negativa en su desempeño tal como se ilustra en la Figura 3, señalada en el contexto de esta investigación.

La encuesta incluyó doce (12) temas relevantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje del curso inicial de *Algoritmos de Programación*, donde se han seleccionado algunos de ellos para poder presentar la problemática de este estudio en las instituciones participantes tales como: habilidad académica en los estudiantes, tipo de material didáctico utilizado, curva de aprendizaje del curso (notas). Esto con el fin de lograr conocer y analizar la curva de rendimiento académico y la motivación como factor destacado en el aprendizaje entre otras.

En la Tabla 4, se presentan algunos aspectos relevantes que influyeron en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de las dos (2) instituciones participantes tales como: *la falta de hábito de estudio* en 69 estudiantes con un porcentaje de (11.66%); *problemas con la comprensión de texto* en 130 estudiantes con un porcentaje de (25.69%); y *la dificultad en la resolución de problemas* en 102 estudiantes con un porcentaje de (20.15%). Siendo la dificultad mayor *el problema con la comprensión de texto*, tal como se señala en el cuadro rojo de la tabla.

Tabla 4. Dificultades en la habilidad académica en los estudiantes con notas menores a 3.0 en el año 2017

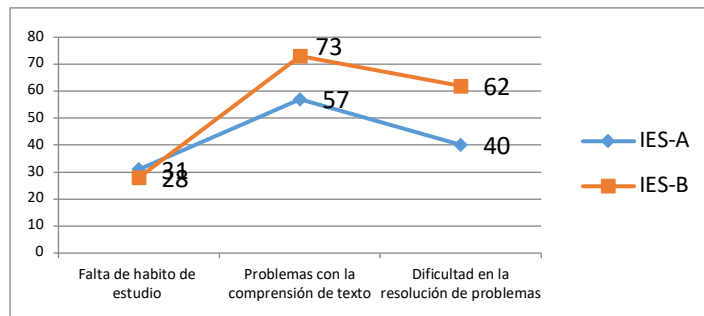
Instituciones de Educación Superior (IES)	Estudiantes Nuevo matriculados en cursos de primer año	
	IES-A	IES-B
Falta de hábito de estudio	31	28
Problemas con la comprensión de texto	57	73
Dificultad en la resolución de problemas	40	62
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>163</b>

Fuente: (Ficha\_encuesta, 2018). Diseño elaborado por el autor

En la Figura 4, se observan los resultados de la curva de aprendizaje entre las instituciones. Donde el (24.22%) corresponde a los 31 estudiantes de la IES-A, mientras que la IES-B está por debajo con el (17.18%) correspondiente a 28 estudiantes. En cuanto a los *problemas con*

la *compresión de texto*, se encuentran en un punto de intersección similar, la IES-B con un (44.79%) equivalente a 73 estudiantes, y la IES-A con un (44.53%) correspondiente a 57 estudiantes. Finalmente, en el aspecto de la *dificultad en la resolución de problemas*, la IES-B se encuentra en un punto alto con un (38.04%) con 62 estudiantes con respecto a la IES-A, la cual se encuentra por debajo con un (31.25%) con 40 estudiantes.

Figura 4. Puntos altos y bajos en la habilidad académica en los estudiantes con notas menores a 3.0 en el año 2017



Fuente: (Ficha\_encuesta, 2018). Diseño elaborado por el autor

En cuanto al tipo de *material* utilizado por parte del docente, durante el desarrollo del curso inicial de algoritmos de programación, en la Tabla 5, se observa que el aspecto *Ningún tipo de material* es usado durante la clase de acuerdo al 82.03% corresponde a 105 estudiantes de la IES-A, mientras que el 67.48% equivale a los 110 estudiantes de la IES-B. Seguido del aspecto *No se sabe* correspondiente al 11.71% equivalente a 5 estudiantes de la IES-A y el 24.21% con 31 estudiantes de la IES-B. Lo cual resalta que una de las problemáticas es que la mayoría de los docentes no usan material didáctico para el desarrollo de este curso.

Tabla 5. Tipo de material usado en el inicio de clase en el año 2017

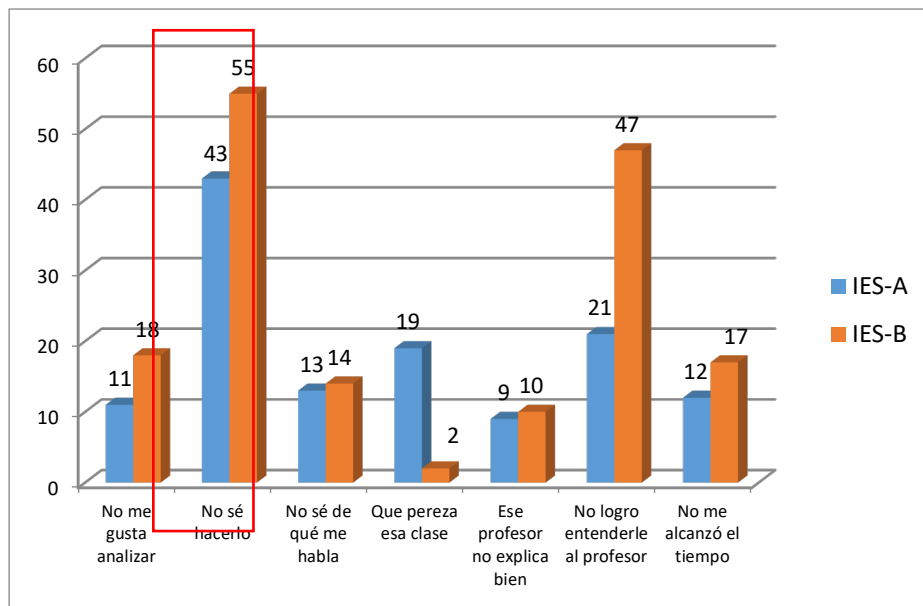
Instituciones de Educación Superior (IES)	Estudiantes Nuevo matriculados en cursos de primer año	
	IES-A	IES-B
Objetos de multimedia	2	5
Tutoriales inteligentes	1	8
Libro académico	5	9
Ningún tipo de material	105	110
No sabe	15	31
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>163</b>

Fuente: (Ficha encuesta, 2018). Diseño autor

Otra de las dificultades en los estudiantes, es la falta de motivación o poco interés en el momento de desarrollar sus prácticas en el laboratorio. Aun teniendo en cuenta que están acostumbrados a trabajar y contar con diferentes recursos tecnológicos que, si bien son utilizados, no se identifican como eje principal en los cursos objetivos de esta investigación.

En la Figura 5, se observan algunos elementos obtenidos en la pregunta del estado de motivación para atender la práctica en el laboratorio entre las dos (2) instituciones participantes, tales como: en el aspecto *no me gusta analizar* el (9.96%) equivalente a 29 estudiantes; *No sé hacerlo* corresponde al (33.67%) con un total de 98 estudiantes; mientras que en el aspecto *no sé de qué me habla* el (9.27%) corresponde a 27 estudiantes; en el aspecto *que pereza esa clase* corresponde al (7.21%) a 21 estudiante; *ese profesor no explica bien* en un (6.5%) con 19 estudiantes; *no logro entenderle al profesor*, (23.36%) 68 estudiantes; y *no me alcanzó el tiempo* con , (9.96%) con un total de 29 estudiantes.

Figura 5. Resultados aspecto motivacional en los estudiantes con notas menores a 3.0 en el año 2017



Fuente: (Ficha encuesta, 2018). Diseño autor

Donde se observa que el aspecto *No sé hacerlo* el (33.59%) corresponde a los 43 estudiantes de la IES-A, mientras que el (33.74%) equivale a los 55 estudiantes de la IES-B, con un diferencia mínima del (14.85%) que corresponde a 12 estudiantes

En esta problemática, se concluye que existen dificultades en el proceso de enseñanza – aprendizaje del curso inicial de *Algoritmos de Programación*, debido al alto porcentaje de estudiantes que no aprobaron, y algunos de ellos no inician el curso, presentando está problemática en tres (3) aspectos relevantes que se trabajarán en esta investigación tales como: a) Habilidad académica: En *la falta de comprensión de textos*; b) Tipos de material usado en el aula: *En ningún tipo de material de apoyo en el aula*; y c) Estado de la motivación: En *No saben cómo hacer las cosas*.

#### **1.4. Pregunta de investigación**

¿Cuáles son las estrategias para presentar una propuesta metodológica que centrada en las capacidades del estudiante, propenda por el desarrollo de habilidades y la integración de conocimientos para la solución de problemas en el curso inicial de algoritmos de programación en Ingeniería de Sistemas?

#### **1.5. Objetivo general**

Diseñar una propuesta metodológica definida en una dimensión creativa que desarrolle el pensamiento crítico, computacional y creativo en estudiantes iniciales del curso de algoritmos de programación en Ingeniería de Sistemas.

#### **1.6. Objetivos específicos**

1. Caracterizar los estudiantes del curso inicial de algoritmos de programación, buscando si existe significancia correlacional entre ellos.
2. Determinar si los estudiantes iniciales de ingeniería adscritos al curso de algoritmos de programación desarrollan el pensamiento crítico, computacional y creativo en sus ejercicios de aula.
3. Identificar la relación entre el pensamiento crítico y el rendimiento académico de los estudiantes iniciales del curso de algoritmos de programación.
4. Presentar una propuesta metodológica estructurada en una dimensión creativa acorde a los componentes hallados en el pensamiento crítico, computacional y creativo para que los estudiantes logren la resolución de problemas de orden informático.

## 1.7. Justificación

El perfil general del ingeniero colombiano es ser un profesional con conocimiento tecnológico y científico relacionado a una capacidad práctica para desarrollar soluciones creativas e innovadoras viables, con un pensamiento creativo y de liderazgo para mover la dinámica tecnológica e innovadora en el país (Valencia, 2010).

Sin embargo, esta actividad profesional exige la habilidad para interactuar con especialistas de diversas ramas del conocimiento para presentar y desarrollar la solución informática que brinde respuesta a las necesidades del contexto. Como argumenta el autor Baño (2015) contar con las habilidades, estrategias, métodos y formas de expresión facilitan la comunicación y la comprensión de la información lógica y matemáticas en los profesionales encargados de resolver problemas en situaciones reales en un entorno laboral y profesional.

Es, en esta habilidad que se aprecian las mayores dificultades de los egresados de la carrera de ingeniería. En tal sentido, un análisis realizado por los investigadores Castillo, A. S et al. (2013) en el programa de Ciencias Computaciones de la Universidad de Oriente, a partir de informes de los últimos tres años sobre los resultados de docentes de la asignatura algoritmos de programación permitió revelar los siguientes inconvenientes: Problemas de comprensión y estructura de la posible solución; empleo de algunas estructuras no válidas para presentar la solución; bastantes imprecisiones en la presentación final de la solución; Poca destreza en la construcción del código y procedimiento computacional.

Estos inconvenientes se presentan constantemente, debido a la falta de apropiación de los contenidos de algoritmos de programación también confirmados a nivel internacional. En tal sentido, el autor a Macedo Dávila, A., (2018) resalta que la inteligencia lógico-matemática está vinculada a distintas habilidades y fortalezas que se puede detectar y trabajar en el aula para potenciar las capacidades de todos los estudiantes.

De igual forma, autores como Guibert, Guittet y Girard (2005), argumentan que los estudiantes que inician por primera vez la *programación* en su proceso de formación se enfrentan a una serie de problemas como: no lograr construir una estructura algorítmica para dar solución al problema; no lograr construir la solución en un lenguaje de programación específico; y no lograr integrar su solución con la maquina entre otros. Lo cual concluyen que

*aprender a programar* no es solo conocer la sintaxis de los lenguajes de programación, sino al contrario lograr construir una técnica o modelo de como los *programas* se elaboran y se ejecutan.

De manera similar los investigadores franceses Faouzia y Mostafa (2007), aseguran que la fragilidad del conocimiento de los estudiantes al programar se debe, en parte, a la falta de un modelo mental de la computadora, que le sirva de base para crear algoritmos viables. Lo cual los autores Guevara, Suárez y Díaz, (2018) apoyan la construcción de este modelo mental, y a través de su estudio *la Neurociencia en el Aprendizaje de los Algoritmos de Programación*, resaltan la importancia de completar este modelo, con presentación de objetos, gráficas e imágenes que ayudan al estudiante alinear sus hemisferios cerebrales y reconocer de manera rápida y sencilla el problema a resolver.

En los últimos años los investigadores han presentado una serie de reflexiones donde se afirma que la ingeniería está en crisis en el mundo (UNESCO, 2010, Serna y Serna, 2013), y Colombia no es ajena a esa situación (Valencia, 2010, Giraldo y Páez, 2010, Ulloa, 2010, Cañón y Salazar, 2011, Serna y Serna, 2013a). Esto es una alerta, ya que debido a las alianzas que el país establece internacionalmente como el Tratado del Libre Comercio (TLC), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la llegada de la industria extranjera, se requiere capital humano capacitado y formado especialmente para responder a estos desafíos.

Por tanto, se considera que, al hablar de la programación computacional, implica un proceso complejo y creativo, abordado desde una diversidad de paradigmas en la búsqueda de una forma óptima de enseñar a programar, que le permita al estudiante desarrollar sus habilidades para el uso de un conjunto de abstracciones interrelacionadas entre sí para la solución de problemas.

Los autores FERREIRA y ROJO, (2005) consideran que estos paradigmas han logrado determinar algunas limitaciones en las propuestas teóricas y metodologías en el proceso de algoritmización computacional, las que aún no logran revelar las esencialidades didácticas del

mismo, desde un sistema de relaciones que caracterice los ejes integradores de su lógica dinamizadora en la resolución de problemas de programación.

En otro sentido, los investigadores cubanos González, Estrada, y Martínez (2006) resaltan que los primeros conceptos de programación se deben enseñar a partir de la construcción de algoritmos, usando pseudocódigos y reconocen que, aun así, surgen dificultades con la codificación. Pero el investigador Baño Pazmiño, J.A., (2015) considera que esta problemática no es significativa comparada con los problemas que se presentan cuando el docente no aplica los métodos de educación en el aula, los cuales permiten establecer una base para relacionar conceptos, ideas, aplicar herramientas y resolver problemas entre otros.

Por otro lado, las investigadoras argentinas Moroni Norma y Señas Perla (2005) afirman que la complejidad de los programas que se desarrollan actualmente exige del uso de técnicas efectivas de programación, lo cual exige que primero se haga énfasis en el diseño previo como recursos estructurado para plasmar el modelo de la resolución de problemas. Sin embargo, los investigadores Castillo, A. S., et al., (2013) consideran que esta posición no trasciende lo declarativo, sin ofrecer posibles vías y estrategias didácticas de cómo diseñarlos.

De igual forma, Whitfield y otros (2007), de la School of Computer Science of Liverpool Hope University, resalta que la resolución de un problema computacional es compleja en sí misma, por lo tanto exigen algunas habilidades como: identificación de sub-problemas, reconocimiento de relaciones y modelos que permitan desarrollar un algoritmo para la solución y la traducción del mismo al código ejecutable. Lo cual considera los autores (Polya, 2004; Pozo, 1994; Baño, 2015) que es reorganizar el proceso de *algoritmización computacional* desde una estrategia didáctica, a través de la formación de *habilidades* para reconocer y modelar la situación problemática.

Existe una correspondencia entre los criterios de los investigadores FERREIRO, ROJO, Salgado Castillo y colaboradores. De ahí que, se considera efectivo, en la enseñanza de la programación, trabajar los ejes integradores de la lógica algorítmica propuestos por Salgado Castillo y colaboradores (2013), desde las etapas para la solución de problemas computacionales definidas por FERREIRA y ROJO (2005), y contextualizadas en el presente estudio.

Esto conlleva atender la demanda del mercado de innovación donde exige ingenieros con creatividad innovadora y tecnológica, que diseñen y construyan software sostenible con impacto social y responsabilidad ambiental como aporte a la globalidad económica y la revolución de las TIC en el mundo. El autor Gómez (2016) resalta que la falta de capital humano especializado en Colombia conlleva a que las grandes empresas contraten *ingenieros extranjeros*.

El investigador Exebio C., (2007) explica el uso de la prueba Watson y Glaser en una muestra de dos secciones de 34 estudiantes cada una llamada grupo experimental y grupo control. Solo el grupo experimental recibió la influencia de la estrategia para el logro de las destrezas del pensamiento crítico, mientras que el grupo control se manejó con el sistema tradicional de enseñanza. Donde se concluyó, que el pensamiento crítico, sí se puede lograr con el apoyo de las estrategias propuestas por el docente y que su logro incrementa el rendimiento académico y la capacidad de análisis de los estudiantes.

El autor Exebio, C. (2007), resalta los resultados de un estudio realizado a los estudiante de Administración de Empresas de la Universidad de privada de Antenor Orrego, donde se demuestra la influencia de una programa estadístico basado en el razonamiento lógico de la inferencia en el nivel académico y del pensamiento crítico en los estudiantes, a través de los resultados del Pos-Test, el rendimiento académico y todas la habilidades del pensamiento crítico de la prueba Watson y Glaser tuvieron un incremento significativo respecto al grupo control.

De ahí que el propósito de esta investigación es el diseño de una *propuesta metodológica*, definida en una *dimensión creativa*, para aportar como una alternativa en la enseñanza del curso de *algoritmos de programación*, que potencie el desarrollo del *pensamiento crítico, computacional y creativo* en estudiantes iniciales de ingeniería de sistemas.

En tal sentido, la investigación promueve la *propuesta metodológica* como una herramienta creativa para que los docentes adicionen, complementen y/o transformen sus prácticas de enseñanza de los *algoritmos de programación*, pretendiendo ser un aporte a la generación de conocimiento curricular y disciplinar que pueden ser evidenciados en nuevos: planes de

estudio, guías metodológicas, esquemas de evaluación, los cuales contribuyen a desarrollar competencias en desarrollo de la lógica, el pensamiento crítico, las matemáticas, el ejercicio computacional, la creatividad y la motivación en los estudiantes, y por ende, al mejoramiento del entendimiento de los *algoritmos de programación* y fortalecimiento de los conocimientos de programación de los futuros ingenieros de sistemas.

Para intervenir en los procesos de pensamiento de los estudiantes buscando que aprendan a pensar con rigor lógico y procesen información pertinente, se necesita conocer sus habilidades de pensamiento, para que el docente esboce las experiencias educativas pertinentes de modo que partiendo de lo que el alumno sabe y es capaz de operar, cautive su curiosidad intelectual con estrategias que orienten y posibiliten nuevas habilidades y adquisición de conocimiento para pensar.

Los avances tecnológicos imponen a la educación el reto de formar estudiantes capaces de asimilar y aplicar de manera creativa el auge del internet, las aplicaciones para dispositivos móviles, las bases de datos en la nube, la computación distribuida, las comunicaciones multimedia instantáneas, los negocios digitales y los sistemas de información, como aspectos fundamentales en la invención e innovación de bienes y servicios, para suplir necesidades en el ámbito local, regional, nacional o mundial, con estándares que los ubiquen como profesionales competitivos en el mercado.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

Hallazgos de investigaciones sobre *pensamiento crítico, computacional y creativo*, como aspectos relevantes para el avance de la base teórica de esta investigación:

El proyecto Alfa Tuning América Latina 2011-2013 impulsado y coordinado por 18 países latinoamericanos y europeos, buscan afinar las estructuras educativas entre las instituciones de educación superior de América Latina. La versión de Tuning AL 2011-2013 por primera vez considera el área temática de informática, sobre la cual, comenzó a definir un marco de competencias comunes y adelantó un primer estudio que arroja resultados en los que se puede observar que en los programas de pregrado afines a

Ingeniería de Sistemas toman más de 20 distintas denominaciones en Latinoamérica.

En la Corporación Universitaria Minuto de Dios los autores Guevara-Ochoa, Ríos-Suárez y Díaz (2018) en Bogotá Colombia. Realizaron una investigación que consistió en el uso de la neurociencia para conocer como aprenden los algoritmos de programación los estudiantes iniciales de ingeniería. Los resultados demostraron que existe una dominancia cerebral (desarrollo de los cuatro cuadrantes de los hemisferios izquierdo y derecho) en el hemisferio izquierdo, donde se tiende a seguir un proceso sistematizado, mientras que en el cuadrante cortical derecho relacionado con el desarrollo de la creatividad no es dominante. De ahí los investigadores parten para encaminar nuevos estudios a estimular dicho cuadrante para que se logre avanzar en la solución de problemas a través de un pensamiento creativo, original, crítico e innovador. Donde se demuestra que los avances científicos-tecnológicos y las transformaciones sociales y de producción, reclaman nuevas formas de pensamiento, habilidades y actitudes creativas como capital humano especializado.

En la Universidad Nacional de Ingeniería. Rodríguez en el 2016. Realizó un estudio cuyo objetivo fue determinar la relación entre el pensamiento crítico y la autoestima en estudiantes iniciales al programa de ingeniería. Con un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo y un diseño experimental transversal, correlacional donde se analizó a 152 integrantes a la Facultad de Ingeniería a través del instrumento de Watson y Glaser.

En lo que respecta al pensamiento crítico se obtuvo que el mayor porcentaje de evaluados, 38.8% se ubicaron en el nivel alto; seguido de 30.9% en el nivel medio y 17.1% en nivel bajo además con un 13.2% en el nivel muy alto. En el estudio se logró demostrar que existe correlación significativa en el pensamiento crítico y la autoestima en estudiantes iniciales de la Facultad de Ingeniería con un índice de Rho de Spearman de 0.218 para  $p=0.07 < 0.01$ . Se destaca en este estudio la importancia de la evaluación de los niveles de pensamiento crítico en sus estudiantes de ingeniería, además teniendo en cuenta que se aplicará el mismo instrumento que hará en esta investigación.

En la Universidad de Nariño se efectuó una investigación por Betancourt (2010); teniendo en cuenta el modelo de evaluación de Betancourt (2009). Se trabajó con estudiantes de primer semestre de psicología, con la técnica de discusión socrática. Las

habilidades que se investigaron fueron: inferencia, explicación, construcción de puntos de vista y autorregulación. Se buscó analizar si existían diferencias estadísticamente significativas en las habilidades de pensamiento crítico antes y después de la intervención. Los resultados demostraron que sí existen diferencias significativas en las habilidades de inferencia, explicación, manejo de puntos de vista, autorregulación antes y después de la intervención.

Scratch + ABP Estudio el pensamiento computacional a través de la programación. . Gloria Cecilia Ríos Muñoz. 2015. Universidad Eafit Escuela de Ingeniería. Este estudio plantea una estrategia metodológica basada en el uso del programa Scratch + ABP, para el desarrollo de pensamiento computacional a través de figuras de bloques de construcción. Estos bloques son autoencajables cuando son sintácticamente correctos mediante el proceso de arrastrar y soltar. Mientras que el ABP fue enfocado a estimular al estudiante como foco central del procedimiento y el docente el facilitador del aprendizaje.

En esta investigación se aplicó un enfoque cuantitativo y cualitativo con un estudio descriptivo, comparando los resultados de las notas finales de los años 2013 y 2014 de 162 estudiantes de edades entre 11 y 13 años, en el área de la tecnología informática, comparando estos resultados con el desarrollo de las competencias de pensamiento computacional.

Los instrumentos utilizados fueron la observación, encuestas, las rubricas de evaluación, notas y la documentación del diario de campo. Se trató de incentivar en el estudiante un aprendizaje significativo y autónomo, que le permita pensar, antes de actuar a partir de un escenario propuesto. Donde se obtuvo que el 60% de los estudiantes reflejaron una mejoría en el rendimiento académico, comprobando que el uso del programa educativo Scratch, como mediador para dar solución a problemas planteados, permite que el estudiante potencie ciertas habilidades en un escenario lúdico. Los estudiantes consideran que les obliga a pensar antes de crear y recrear sus ideas.

Lo cual se considera como aporte significativo para el desarrollo del pensamiento computacional en este estudio basado en el ABP, como elementos esenciales en la dimensión creativa que se quiere presentar en la propuesta metodológica de este estudio.

## 2.2. Los algoritmos de programación en la ingeniería

Los jóvenes que ingresan a los programas de ingeniería en la universidad, han crecido en la era digital y son conocedores de los nuevos avances tecnológicos. Según Roxana Morduchowicz (2008) “, los jóvenes de hoy suelen definirse a sí mismos por su relación con la cultura popular, entendida como aquella que construyen los medios de comunicación, la música, el cine y otras expresiones culturales”. Sin embargo, llegan a enfrentarse a cursos complejos entre ellos el curso de *algoritmos de programación*, donde parece que pierden toda articulación al querer *resolver un problema específico* bajo un enfoque de pseudocódigo a un lenguaje natural (Barberá, 2004).

En el ámbito de la Educación Superior, se está generando un cambio en el proceso de enseñanza aprendizaje. Los autores García y Hernández, (2010) resaltan la importancia de la participación activa del docente en el uso de nuevas metodologías, las cuales se deben adaptar a un sistema de aprendizaje activo basado en competencias donde se adquieran capacidades y habilidades para la consecución de resultados académicos efectivos (López, 2011).

Donde se hace énfasis a los diversos modelos de instrucción que enfocan la responsabilidad del aprendizaje en los aprendices, como lo demuestra el autor Mayer (2004) donde afirma que se debe procurar la cognición activa, en lugar del comportamiento activo ya que es lo que enmarca, respalda y garantiza el conocimiento efectivo en el aprendizaje. Donde complementa Semenov (2006) que indudablemente los recursos técnicos, humanos y las interacciones entre ellos, son un modo sistemático de percibir, incorporar una educación práctica y verdadera. Igualmente, Carmona (2012), manifiesta la motivación de la persona a hacer algo que a través de su ingenio y creatividad aportará al *nuevo conocimiento*. Estas posturas permiten que el estudiante trabaje a su ritmo, motivado por alcanzar ciertos objetivos, y evita que se sienta presionado utilizando un conjunto de nuevas tecnología en entornos de aprendizaje, y así alcanzar una nota al mismo tiempo que aprende.

Pero, como lo expresa College López y Germán citados por Díaz y Hernández (2005), por una parte; cada alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje y, por otra; la función del personal docente consiste en encausar deliberadamente sus procesos de construcción, buscando finalmente que la intervención pedagógica desarrolle su capacidad de

realizar aprendizajes significativos por sí mismos. Esto conlleva a un cambio de actitud por parte de los docentes, pues deben trascender de docentes a administradores del aprendizaje, tal como fue declarado por la Acreditación Board for Engineering and Technology, quienes en 2008 identificaron las adaptaciones en los modelos de aprendizaje por implementar para el presente milenio (ABET INC, 2008).

### **2.3. Enseñanza de las matemáticas y de los algoritmos**

Según los autores Blázquez Patricia y Sosa David (2010) “la matemática, tan abstracta y universal, tan útil a las ciencias exactas y naturales, también es bella y generadora de arte. Para apreciarla es necesario conocerla.” Es allí cuando los estudiantes perciben que no existe una única forma o estrategia óptima o ideal en la resolución de problemas, ya que cada problema se debe estudiar cuidadosamente para que amerite soluciones determinantes y muchos podrían ser resueltos con la combinación de varios métodos.

Aunque los elementos de aprendizaje son de gran relevancia en los procesos de investigación pedagógica, se considera esta investigación como aporte al estudio de las estrategias de enseñanza pretendiendo que al ser aplicadas por los profesores sean aporte a la motivación que requieren los estudiantes en su aprendizaje de los algoritmos y las matemáticas, temas tratados igualmente en diversas publicaciones, por ejemplo, la resolución de problemas (Florián, 2014), la enseñanza por proyectos (Baño, 2015), los juegos en la educación matemática (Cantador, (2015) , la experimentación en matemática, la demostración (Baño, 2015), las aplicaciones y su proceso de modelación (Macedo, 2018), etc.

Donde las fundamentaciones teóricas de cada una de estas concepciones de enseñanza y de aprendizaje son muy amplias, y se nutren sustancialmente de diferentes disciplinas relacionadas con la pedagogía, la didáctica y las áreas afines a la matemática propiamente dicha. No se puede afirmar aún que las clases de matemáticas pueden desarrollarse íntegramente dentro de esta perspectiva didáctica, aunque en efecto son muchos los intentos que se han realizado por establecer una cultura de *resolución de problemas* en las aulas.

La trascendencia y el revolcón vivido en la educación, gracias a las TIC y la conveniencia de la introducción de éstas en las aulas, permiten aumentar la motivación del estudiante hacia trabajos académicos requeridos. Muestra de ellos es el apoyo del área de las matemáticas y la

lógica hacia la construcción de los *pseudocódigos de algoritmos*, donde se logra identificar aspectos como: La modelación, formulación, tratamiento y resolución de problemas, a través de un esquema de pensamiento variacional como dinámica en la vida práctica, con el apoyo de los sistemas algebraicos y analíticos entre otros.

Los autores Lesh & Zawojewski (2007, p. 776) indican que “los patrones que forman una identidad en la resolución de problemas son complejos, involucran patrones de motivación variados, de reacciones afectivas, de desarrollo cognitivo y social en diferentes circunstancias dentro de una tarea dada”, además, definen la resolución de problemas como “el proceso de interpretar una situación matemáticamente, la cual involucra varios ciclos interactivos de expresar, probar y revisar interpretaciones y de ordenar, integrar, modificar, revisar o redefinir grupos de conceptos matemáticos desde varios tópicos dentro y más allá de las matemáticas” (2009, p. 782) en el pseudocódigo de algoritmos. Es interesante el uso de herramientas de última tecnología que permita *la construcción de algoritmos* a través de la modelación matemática al relacionar contenidos de aprendizaje con la experiencia cotidiana de los estudiantes.

De acuerdo a lo referido en los párrafos anteriores, se identifica que el estudio de las ciencias básicas puede ser abordado desde perspectivas didácticas generando muy buenos resultados en la motivación para el aprendizaje de los estudiantes en temas que han sido considerados muy difíciles desde los estudios secundarios y universitarios y que para la formación de ingenieros son fundamentales, por tanto es viable extrapolar algunas de las iniciativas y estrategias evidenciadas en propuestas de enseñanza de las matemáticas para ser aprovechadas en la enseñanza de los algoritmos de programación.

#### **2.4. Factores que influyen en el rendimiento académico**

Para Duron y Oropeza (citado por Izar et. al., 2011, p.4), los factores son: Factores fisiológicos, esto se refiere a cambios hormonales por modificaciones endocrinológicas, desnutrición, problemas de peso. Factores pedagógicos, se refieren a la calidad de la enseñanza como métodos y material didáctico empleados, número de estudiantes por docente, etc. Factores psicológicos, desordenes en funciones psicológicas básicas como

conceptualización, percepción, memoria. factores sociológicos, como economía familiar, nivel de escolaridad, ocupación de padres, calidad de ambiente que los rodea.

## **2.5. Tipos de pensamiento**

Según el autor Gutiérrez Sáenz (2006), el pensamiento visto desde la perspectiva de la lógica se clasifica en tres: la idea, el juicio y el raciocinio, donde la enseñanza a través de estos enfoques se relaciona con el desarrollo de las habilidades de pensamiento creativo, pensamiento crítico y pensamiento computacional necesarios para la resolución creativa de problemas, estimados como fundamentales en la *propuesta metodológica* descrita en el objetivo general del presente documento.

### **2.5.1 Pensamiento crítico: Aplicación de la teoría de Villarini**

Alfaro-LeFevre (2009) encuentra interesante el análisis y evaluación del pensamiento crítico en el instante que los estudiantes desean desarrollar una tarea, enfrentándose a situaciones como: la habilidad en el procesamiento y aplicación de la lógica; análisis argumentativo del planteamiento del problema; el trabajo en equipo; y cumplimiento de objetivos y logros específicos entre otros. Apoyados en un pensamiento crítico centrado en beneficios observables como:

- Tener un propósito
- Intento de solucionar un problema
- Fundamento en supuestos
- Tener una perspectiva
- Se fundamenta en datos, información y evidencia
- Se expresa mediante conceptos e ideas
- Contiene interpretaciones, con las cuales se concluye y da significado a los datos
- Tiene una finalidad

### **Enseñanza del pensamiento crítico**

La forma como los estudiantes piensan y aplican el conocimiento, es una toma de creciente importancia en la educación post-secundaria. Sin embargo, cuando a los profesores se les pide que describan el aprendizaje que se lleva a cabo en sus cursos, por lo común, hablan más de adquisición de conocimiento que de reflexión o de aplicación.

La investigación sobre el aprendizaje de los estudiantes, ha demostrado que muchos adoptan un enfoque superficial, en el cual sólo memorizan sin desarrollar, las representaciones y los métodos adecuados, donde no se profundizan sobre los significados y, por lo tanto, no llegan a comprender la disciplina estudiada. Toda verdadera enseñanza debe incluir la formación del Pensamiento Crítico que aspire a favorecer el desarrollo de la autonomía.

### 2.5.2 Pensamiento computacional

Es “un enfoque para resolver un determinado problema que empodera la integración de tecnologías digitales con ideas humanas. No reemplaza el énfasis en creatividad, razonamiento o pensamiento crítico pero refuerza esas habilidades al tiempo que realza formas de organizar el problema de manera que el computador pueda ayudar” (CSTA and ISTE, 2011). Surge a través de una metodología para resolver problemas específicos con eficacia y éxito en el mundo real. Según la autora Jeannette Wing (2006; 2011) resalta el potencial de resolver los problemas ya sea con la ayuda de una persona o de una computadora. En la Tabla 6 se evidencian algunos conceptos relevantes para medir el pensamiento computacional:

Tabla 6. Características del pensamiento computacional

#.	Características
1	Reformular un problema a uno parecido que ya se haya resuelto, para lograr transformarlo, reducirlo, simular.
2	Pensar Recursivamente
3	Interpretar código como datos y datos como código
4	Identificar el propósito del problema a resolver
5	Reconocer las variables del problema en entrada, proceso y salida.
6	Reconocer ventajas y desventajas del solapamiento
7	Utilizar Abstracción y descomposición en un problema complejo o diseño de sistemas complejos
8	Juzgar un programa por simplicidad de diseño
9	Elegir una correcta representación o modelo para hacer tratable el problema
10	Reconocer algunas tareas (rutinas) para trabajar estructurada la solución

Fuente:(Basogain, Olabe & Olabe (2015)

Existen algunos conceptos relevantes en el pensamiento computacional como: reformular un problema a través de uno muy parecido que ya se haya resuelto; pensar recursivamente; interpretar código como datos y datos como códigos; generalizar análisis dimensional, reconocer ventajas y desventajas del solapamiento, reconocer llamados a proceso; utilizar el

proceso de abstracción; elección de un modelo para hacer tratable el problema; proceso de popularización ante múltiples usuarios; uso del razonamiento heurístico; aplicar el proceso de incertidumbre en la planeación entre otros (Wing, 2011). Este tipo de pensamiento se incorpora a través de proyectos, entornos de programación y juegos entre otros (Repenning, Webb and Ioannidou, 2010). La International Society for Technology in Education (ISTE) y la Computer Science Teachers Association (CSTA) relacionan el concepto del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC), como uno de los aspectos que deben desarrollar los estudiantes guiados por los profesores para expandir sus capacidades y su creatividad, inclusive proponiendo una transversalidad de los algoritmos en otras áreas del conocimiento.

Así mismo es viable potenciar las habilidades del pensamiento computacional a través de conceptos, prácticas e ideas del mundo de la informática, tal como lo ratifica el equipo Scratch de MIT (ScratchEd Team, 2015), ya que lo que se busca es que el estudiante aprenda conceptos básicos de computación y matemáticas y a la vez las estrategias de diseño y resolución de problemas entre otras formas de colaboración en equipo, por medio del uso del computador y de algunos lenguajes para describir un problema en diversas capas de abstracción e interfaces (Basogain, Olabe & Olabe (2015).

### **2.5.3 Pensamiento creativo**

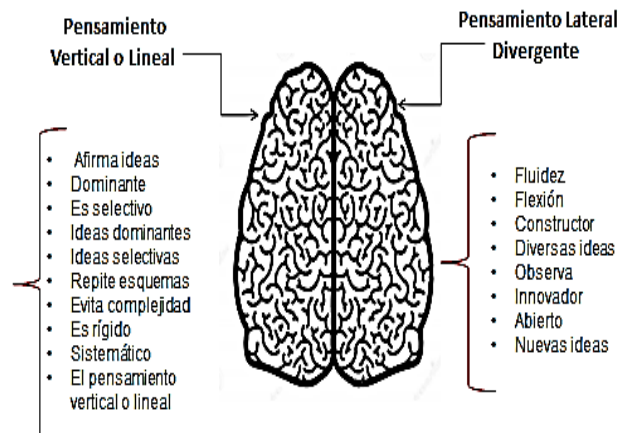
La creatividad, es un producto del pensamiento crítico que permite la fluidez, la flexibilidad y la originalidad y que se construye y reelabora en los estudiantes. El pensar ocasiona la activación de dos componentes fundamentales: lo lógico y lo creativo, que a la vez activa lo emocional y lo racional (Jensen, 2004).

Esta creatividad, activa los hemisferios del cerebro en un pensamiento lineal o vertical a través del hemisferio izquierdo y un pensamiento lateral con el hemisferio derecho. En la Figura 6, se observan las acciones de cada uno de estos pensamientos en el momento de resolver un problema específico. En el hemisferio izquierdo se resaltan aspectos firmes y dominantes, al tratar de seguir esquemas, mientras que en el hemisferio derecho se observa flexibilidad e innovación, siendo más abierto a nuevos esquemas para la solución de problemas reales.

Por lo tanto se puede concluir que es el hemisferio derecho donde se da la creatividad,

teniendo en cuenta que el pensamiento crítico y creativo son componentes unidos. Esto ocasiona un sin número de emociones, deseos, sentimientos, actitudes, creencias propias, y es así como los dos hemisferios se vinculan para formar un mente abierta y sin prejuicios. Siendo elementos esenciales en el desarrollo de la metodología de este estudio.

Figura 6. Pensamiento creativo - motivacional



Fuente: Componentes (Cáceres et al., 2011); Diseño figura autor

### ¿Cómo enseña el docente?

El docente, desde su inicio del proceso de enseñanza debe tener presente los siguientes aspectos: a) Identificar las habilidades de sus estudiantes; y b) Fomentar una actitud positiva en el grupo de estudiantes, para que la disposición de aprender sea de forma significativa. Pero aun así, surge un gran interrogante: ¿Cómo enseñar a los estudiantes el pensamiento crítico?. Los docentes deben impartir un a los estudiantes una metodología explícita para el análisis y evaluación del pensamiento propio y ajeno, y en el proceso, debe verificar si estos estudiantes están adquiriendo las habilidades necesarias para que logren presentar las soluciones a problemas del mundo real. Además deben estar atentos a las técnicas y estrategias motivacionales, de concentración, actitud y comprensión entre otras. Así como dejar a un lado el aprendizaje memorístico no reflexivo ya que éste no da lugar a la construcción significativa de conocimiento.

Como elemento complejizado del proceso enseñanza-aprendizaje, el docente debe generar propuestas educativas para seguir siendo un facilitador en un mismo contexto para estudiantes que desarrollan proceso cognitivos y meta-cognitivos a partir de la autogestión de aprendizaje

y para estudiantes que se preocupan más por una calificación, en ocasiones desvirtuando las actividades reflexivas y de proposición crítica propuestas.

## 2.6. Aprendizaje basado en problemas (ABP)

Donde los estudiantes abordan los temas del curso de *algoritmos* en el contexto de la *resolución de problemas* en situaciones reales (Cantador, 2015), relacionando el *modelo pedagógico* como elementos estructural en el proceso (Samper, 2006). Esto conlleva a que se construya un conocimiento individual y colectivo donde el estudiante se acerque a una praxis; reflexionando de lo que está haciendo antes y después donde el docente se convierte en un mediador, que proporciona las bases para que los estudiantes sean quienes identifican qué conocimiento previos deben traer, qué requieren aprender, cómo y dónde adquirir la información necesaria para resolver el problema

Figura 7. Elementos del aprendizaje colaborativo



Fuente:(Cantador, 2015), presentación de la figura investigador del estudio 2019

En la Figura 7, se observa la *responsabilidad individual*: Donde el docente asegure los resultados del conocimiento adquirido en el equipo de trabajo, con los roles asignados a cada integrante del equipo y así lograr evaluar el conocimiento individual y la habilidad de cada integrante. Seguido de las *habilidades cooperativas*: Donde al interior del equipo de trabajo es necesario el liderazgo y capacidades de decisión buscando mediar en el conflicto para el éxito del trabajo. Por último se presenta el *autoanálisis de grupo*: El cual garantiza no solo la discusión de manera proactiva sino la confianza y la relación afectiva entre los integrantes del equipo.

## 2.7. Scratch

Es una herramienta dinámica y creativa que le ha brindado gran ayuda a los estudiantes para que piensen, tomen sus ideas y las expresen en forma creativa, bajo un trabajo colaborativo y sistemático fortaleciendo el pensamiento computacional. Esta herramienta se basa en figuras de bloques de construcción totalmente autoencajables. Son fáciles de usar únicamente con la acción arrastrar y soltar, logrando construir así un procedimiento específico e ir creando un código propio (Mitch, 2012)

El construir juegos a través de la computadora, implica habilidades computacionales de tipo cognitivo que se pueden implementar en cursos de programación. Esta herramienta Scratch permite desarrollar las habilidades y motivación en los estudiantes hasta el punto de concientizarlo de que para lograr un producto se debe conocer, aprender y desarrollar capacidades de abstracción y metacognición para el desarrollo en diferentes situaciones y contextos, por ejemplo el aprendizaje del concepto de una instrucción, lo que resulta algo básico y relevante en el desarrollo de un algoritmo para conformar un programa de computación.

## 2.8. La Dimensión Creativa

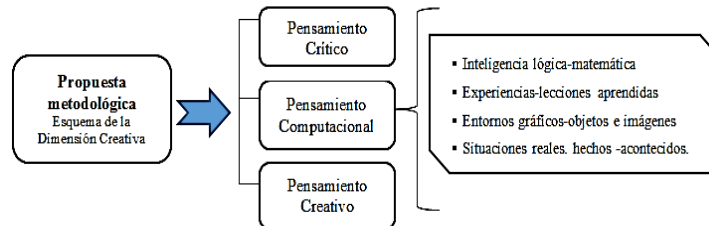
Según Rodríguez (2005) la creatividad produce nuevas *cosas* y valiosas, por lo tanto el termino *cosa* incluye todo. Donde un método, un estilo, una relación, una actitud, una idea puede ser objeto de la creatividad, es decir, se consideran las creaciones por su forma al igual que por su fondo y contenido. La creatividad ha venido sufriendo transformaciones y teorías mediante manifestaciones del individuo como: emociones, aprender a ser, querer, pensar y hacer lo que constituye un proceso de apropiación cultural (Baquero, 2004).

## 2.9. Propuesta metodológica y su Dimensión Creativa

Esta investigación, se basa en una *propuesta metodológica*, como estructura procedimental (Andonegui, 2004), tal como se observa en la Figura 8, centrada en tres (3) aspectos relevantes como son a) pensamiento crítico. Resaltando la capacidad de abstracción; b) pensamiento computacional. Resalta la interactividad de tecnologías digitales con ideas humanas; y c) pensamiento creativo. Resalta la fluidez, flexibilidad y originalidad que construyen o reelaboran los estudiantes. Además, en esta estructura procedimental se definen

como ejes metodológicos y de valoración cuatro pasos que orientan la búsqueda y exploración de soluciones de problemas de manera eficaz y a su vez aprender con la experiencia como son: inteligencia lógica-matemática; Experiencias-lecciones aprendidas; entornos gráficos-objetos e imágenes; y situaciones reales – hechos-acontecidos.

Figura 8. Puntos altos y bajos en la habilidad académica en los estudiantes



Fuente: (Andonegui, 2004); Diseño elaborado por el autor

Para establecer estos aspectos se hará un experimento en el laboratorio con un grupo control y un grupo experimental con los estudiantes del curso inicial de Algoritmos de programación.

### 2.9.1 Dimensiones del pensamiento crítico desde la perspectiva de Watson y Glaser

Pensar críticamente requiere de la metacognición, donde el individuo tiene la capacidad de pensar como resultado de las habilidades que posee, así como el grado de consciencia sobre su forma de pensar, sobre los contenidos que maneja y su habilidad para organizar, revisar y modificar en función de los resultados de aprendizaje. Por tanto, en esta investigación se utilizará la prueba y resultados de los estudios de Watson y Glaser, que contempla cinco dimensiones, a saber:

- **Inferencia:** define como una conclusión que se halla como resultado de evaluar hechos que son observados o supuestos.
- **Reconocimiento de Supuestos:** Se trata de distinguir supuestos implícitos o que se dan por hechos, es la base sobre la cual se elaboran las pruebas de contraste de hipótesis.
- **Interpretación:** Es la capacidad para valorar y discriminar las evidencias, así como juzgar si las generalidades a las que se llega son el resultado de estas evidencias

- **Deducción:** Es la habilidad para determinar la relación o conexión lógica entre las premisas y las conclusiones, forma parte para la toma de decisiones.
- **Evaluación de Argumentos:** se define como la capacidad de diferenciar los argumentos según sea su nivel de importancia desde los más fuertes a los más débiles.

Por tanto el investigador de este estudio debido a su experiencia profesional y académica, considera que es un instrumento válido para ser aplicado en la evaluación del pensamiento creativo y computacional de los participantes del estudio, ya que son las características que más se adaptan a un estudiante inicial de ingeniería.

Una persona que desarrolla el pensamiento crítico formula problemas y preguntas con gran precisión, evalúa información relevante e interpreta la información de manera correcta, llega a conclusiones probadas con criterios relevantes, tiene mente abierta, idea soluciones a problemas complejos y se comunica efectivamente. El pensamiento crítico promueve la autodirección, la autodisciplina y la autocorrección, implica comunicarse de manera adecuada con las demás personas, solucionar problemas de manera adecuada y superar el egocentrismo.

### **2.9.2 Experimento con Grupo control y grupo experimental**

Para responder a la propuesta metodológica anteriormente mencionada, se organizarán dos grupos de participantes llamados grupo de control y grupo experimental, sin intervención y con intervención respectivamente. El objetivo del grupo control, es comparar sus resultados con el grupo experimental, con el fin de revisar las dimensiones del pensamiento crítico con la prueba de Watson y Glaser y las categorías de las habilidades en el pensamiento computacional y creativo.

Para que la comparación entre los resultados de ambos grupos sea equilibrada, se optará por la clasificación y organización de los participantes a través de la asignación de dos técnicas conocidas como: aleatoriedad y el enmascaramiento para minimizar el sesgo estadístico. La primera para evitar diferencias iniciales entre los grupos y la segunda para evitar diferencias durante su seguimiento.

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque y tipo de investigación

El enfoque de la investigación es mixto (cuantitativo/cualitativo), donde se parte de una propuesta metodológica fundamentada en la dimensión creativa para el ámbito de la enseñanza y aprendizaje del curso inicial de *algoritmos de programación* en los estudiantes del programa de ingeniería de sistemas. Esta propuesta se fundamenta en el *pensamiento crítico, computacional y creativo* para la resolución de problemas y se considera el factor correlacional estadístico como elemento fundamenta en el proceso cuantitativo y el comportamiento de sujetos del estudio en el cualitativo, conformados a fin de dar respuesta a la pregunta de investigación del estudio (Hernández et. al., 2014).

El tipo de estudio se enmarca dentro de un nivel estudio descriptivo correlacional-explicativo de corte experimental, donde los datos se recogerán en un único momento en el tiempo y se reconocerá la correlación que existe entre dos variables, la del *rendimiento académico* y la *dimensión creativa* en el enfoque del pensamiento crítico, computacional y creativo. Este tipo de investigación descriptivo correlacional-explicativo es importante para la investigación puesto que tiene como objetivo narrar, reseñar o identificar situaciones, rasgos y características de un objeto de estudio acorde a su correlación (Bernal, 2006).

Para el desarrollo de la *Dimensión Creativa*, se diseñan actividades de manera que correspondan a los objetivos planteados fundamentadas en el aspecto del pensamiento crítico, computacional y creativo. De esta manera se pretende que los estudiantes iniciales de ingeniería logren resolver problemas a través de material específico, que les permita desarrollar dichos *pensamientos* en las dinámicas que se trabajen con el apoyo de la *propuesta metodológica* de este estudio.

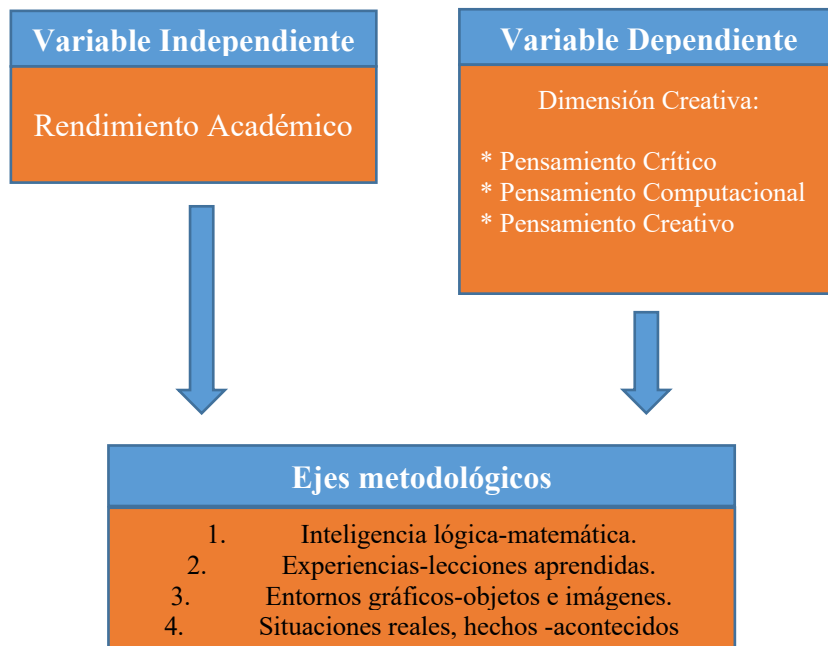
El propósito de esta propuesta, es lograr que los estudiantes relacionen sus pensamientos con creatividad-emotiva en historias narradas, en objetos de estudio, casos de éxito, ejercicios prácticos y videoclips ente otros. La idea es fundamentar la reflexión en estos estudiantes sobre cómo operar un planteamiento del problema desde un conjunto de actividades que los lleven a conseguir de manera clara y precisa el conjunto de soluciones apropiadas de forma *crítica, computacional y creativa* en reflexiones y aprendizajes para el mejoramiento de las

prácticas educativas (Cifuentes, 2011) es decir, la investigación tendrá la tarea de explorar o escudriñar sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje desde esta *Dimensión Creativa* (pensamientos), permitiendo hallar nuevas reflexiones y enseñanzas.

### 3.2 Variables del estudio

La operacionalización de las variables se presenta en la misma línea de la pregunta de investigación; donde se logra hacer una división estructurada de la misma. En la Figura 9, se presenta la propuesta del esquema de dichas variables con el fin de conocer el lineamiento para la *propuesta metodológica* en la enseñanza de los *algoritmos de programación* en estudiantes iniciales de ingeniería a través de las *dimensión creativa* (Romo, 2005). Se toma como variable independiente el *rendimiento académico* con el enfoque de una variable dependiente llamada *Dimensión Creativa* con los elementos de un pensamiento crítico, computacional y creativo en un esquema de ejes metodológicos como lo son: Inteligencia lógica-matemática, Experiencias-lecciones aprendidas, Entornos gráficos-objetos e imágenes y Situaciones reales, hechos-acontecidos

Figura 9. Variables del estudio



Fuente: autor

Estas variables tienen una directa relación con la pregunta de investigación a fin de dar cuenta de las estrategias para el desarrollo crítico, computacional y creativo en la *enseñanza*

del curso inicial de *Algoritmos de programación*, con el apoyo de una *propuesta metodológica*. Donde se logra poner de manifiesto la orientación de pertinencia de cualquier investigación y su criterio diferencial de valor agregado (Boesz & Schneider, 2005). Por tanto la relación de la variable dependiente del estudio la *Dimensión creativa* se aborda en tres aspectos relevantes: pensamientos: *critico, computacional y creativo* con un enfoque pedagógico.

Los cuales consideran que el *ser creativo* se basa en el proceso de pensamiento, habilidad y competencias, comunes a todo ser humano. Según el autor Sternberg (citado por Puente Ferreras, 1999), sostiene que la resolución de problemas requiere de creatividad y se basa en las operaciones semejantes a los procesos ordinarios cognitivos. Igual que (Andonegui, 2004) con su estructura procedimental desde el pensamiento crítico, computacional y creativo; con el apoyo de los cuatro pasos del autor Polya George (1973) que considera que orientan la búsqueda y exploración de soluciones de problemas de manera eficaz y a su vez aprender con la experiencia como son: inteligencia lógica-matemática; Experiencias-lecciones aprendidas; entornos gráficos-objetos e imágenes; y situaciones reales – hechos-acontecidos.

### **3.3. Universo del estudio población, tamaño de la muestra e instrumentos**

#### **3.3.1 Población.**

La población motivo de esta investigación está conformada por un total de 506 sujetos correspondientes a dos instituciones participantes de carácter privado en la ciudad de Bogotá. Es relevante informar que esta población pertenece a los dos (2) periodos académicos del año 2017, además se ha considerado tener en cuenta para el experimento únicamente a los que tuvieron notas  $< 3.0$ , donde la curva se puede observar en la Figura 3, en el apartado del contexto de la investigación. Por lo tanto se trabajará con una población de: IES-A: 128 y con la IES-B:163 acorde a dicha curva.

#### **3.3.2 Muestra**

La muestra está conformada a través de un muestreo probabilístico donde se requiere que la población sea dividida en grupos homogéneos llamados *estratos*, es decir, cada elemento tiene la características tal que no le permite pertenecer a otros *estratos* (Sheaffer, Mendehall & Lyman, 2007). Estos *estratos* están dados por los estudiantes iniciales de ingeniería en cada

una de las instituciones participantes que obtuvieron notas < 3.0 como: IES-A: 128 y la IES-B:163 acorde a la figura 3, con una relación de Muestras/Total Población (M/TP). El manejo de la muestra al interior de los *estratos* fue dado por el *muestreo simple aleatorio* obtenido a través de las listas de estudiantes del año 2017.

**Tamaño total de la muestra (TM).** Fue recogido a través de la muestra en cada *estrato* de tal forma que fuera proporcional al tamaño de la población. Se realiza un muestreo proporcional, la fórmula seleccionada para determinar el tamaño de la muestra es la siguiente, donde se relaciona el valor de n, N, E, Z, S:

Ecuación (a)

$$n = \frac{\sum_{i=1}^l N_i P_i Q_i}{NE + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^l N_i P_i Q_i}$$

y

Ecuación (b)

$$E = \frac{d^2}{Z_{1-\alpha/2}^2}$$

Como el tamaño de la población se conoce la anterior formula puede aplicarse. Explicación de las variables:

n = tamaño necesario de la muestra

Z = margen de confiabilidad

Pi = probabilidad de que el evento ocurra

Qi = probabilidad de que el evento no ocurra

E = error de estimación

Ni = tamaño de la población

La ventaja de utilizar la variable afinidad como una proporción posible (entre 0 y 1) y de manejar esta ecuación es que permite calcular el máximo tamaño de la muestra que se puede obtener cuando la proporción de afinidad de la población es de  $\geq 0,5$  (Sheaffer et al., 2007). Para el cálculo del error de estimación, se toma la ecuación (b) teniendo en cuenta que no hay una exigencia en cuanto a la precisión con un valor de  $E = ((0.05*0.05)/3.84)*N$ . En este caso, el proceso de muestreo refleja las variables con las cuales se calcularon los tamaños de muestra, sus resultados se presentan en la Tabla 7, donde se observa el cálculo de los

participantes en cada una de las IES-A: 53 y en la IES-B: 68, respectivamente tomados como base para el proceso inicial de la población en el estudio.

Tabla 7. Muestra estratificada de los participantes

IES	Grupos	Ni	Pi	Qi	PiQi	NiPiQi	Wi	ni
A	2017 1-2	128	0,8	0,2	0,16	20,48	0,44	53
B	2017 1-2	163	0,8	0,2	0,16	26,08	0,56	68
		291				46,56		

Nota: ni = muestra por estrato. Fuente: autor

**Selección de las unidades que integran la muestra.** El marco de la población de estudiantes fue referenciado a través de los listados oficiales de la matrícula realizada en los dos periodos académicos del año 2017, en el programa de Ingeniería de Sistemas en las dos IES. En este caso el muestreo fue simple aleatorio, se utilizó el método de enmascaramiento con el fin de minimizar el sesgo estadístico para determinar los estudiantes que harán parte del proceso inicial del estudio. En la Tabla 7 también se observa en la última columna la muestra por cada una de las IES-A=53; IES-B=68.

Sin embargo, es de considerar que a esta muestra se le realizará un proceso de media, varianza y nivel de significancia para establecer la caracterización de la población y generar el Grupo Experimental (GE) y el Grupo de Control (GC) del experimento en esta investigación.

### 3.3.3 Instrumentos de evaluación

Las técnicas utilizadas en la presente investigación se realizan a través de una serie de instrumentos de evaluación tipo encuesta con preguntas claras y precisas encaminadas a las variables del estudio y al cumplimiento de los objetivos. Los datos serán recogidos en línea a través de un sitio web con el apoyo de un hosting temporal, el cual estará programado para generar los atributos y duplas de la base de datos, donde se almacenarán la información recogida en cada instrumentos con el fin de ser importados estos datos a la herramienta estadística SPSS para su posterior análisis y evaluación.

**Primer Instrumento:** Pre-Test llamado “Pre-Test: Rendimiento académico y resolución de problema (ejes metodológicos)” (Anexo 2), y que define su alcance a través de la variable dependiente del estudio denominada *Dimensión Creativa*, para ser definida en cuatro (4) ejes

metodológicos relacionados con el desarrollo del pensamiento crítico, computacional y creativo, así: 1) Inteligencia lógica-matemática; 2) Experiencias-lecciones aprendidas; 3) Entornos gráficos-objetos e imágenes; y 4) Situaciones reales, hechos y acontecimiento; para que a partir de sus resultados se inicie un esquema metafórico problémico (Hernández, 2010) que estructure y guíe la intención de la *propuesta metodológica* de esta investigación acorde a los objetivos y pregunta del estudio.

**Segundo Instrumento:** Aplicación de la prueba Watson Glaser (Anexo 3) para medir el pensamiento crítico (PC) a través de cinco categorías como: Inferencia, Reconocimiento de Supuesto, Deducción, Interpretación y Evaluación de Argumento dirigida al grupo experimental (GE) y al grupo control (GC) del estudio.

**Tercer Instrumento:** Test para medir habilidades en el Pensamiento Computacional y Creativo (PCC) (Anexo 4), el cual consta de tres (3) categorías: Instrucciones, variables y operadores; Reutilización de códigos y Características, con el apoyo de nueve indicadores: Identificación de patrones, Uso de instrucciones, Variables, Secuencias y operadores; Reuso, Detección de errores, Abstracción, Creatividad y trabajo colaborativo respectivamente.

**Validación de los Instrumentos:** La validez del contenido de los instrumentos de evaluación hace referencia a que reflejen el dominio y las dimensiones de la variable a investigar (Hernández et al., 2006). Siendo esta variable el *Rendimiento Académico* desde la enseñanza de la resolución de problemas en el curso de algoritmos de programación, a través de la medición del Pensamiento Crítico (PC) y de las habilidades de Pensamiento Computacional y Creativo (PCC) en estudiantes iniciales de Ingeniería de Sistemas, donde se requiere que tengan las capacidades de dar solución a problemas en situaciones reales.

**Validez de contenido.** En esta fase se recogió la opinión de cada experto con relación a la teoría cognitiva que sugiere en las variables del estudio: (a) complejidad de la estructura de la tarea, (b) ambigüedad en el contenido de la tarea, y (c) a la forma de la presentación de la tarea (Utkin, 2006). Para que cada experto hiciera su aporte, se les entregó un modelo conceptual de la pregunta de investigación, los objetivos del estudio, la justificación y las variables del estudio, junto con la revisión de la literatura de los autores más relevantes para este diseño metodológico. Además, del resumen de la propuesta y un documento de invitación

y explicación detallada del procedimiento de la metodología a seguir junto con la propuesta de los instrumentos de evaluación. Los expertos emitieron su opinión en un formato guía, el cual se les envió con todo el paquete.

Las observaciones al instrumento fueron acogidas, de manera que se mejoró principalmente en la redacción de las preguntas, se eliminaron algunas preguntas poco representativas. Posteriormente se aplicó un pilotaje a un grupo seleccionado aleatoriamente de 20 estudiantes para calcular el coeficiente de Alfa Cronbach con la intención de establecer la fiabilidad de los instrumentos.

**Consentimiento informado.** La información suministrada tendrá un tratamiento estrictamente confidencial, y en ningún momento los datos suministrados serán dados a conocer en forma individual. Todos los análisis y evaluaciones a realizar se harán basándose en el total de los datos suministrados por los participantes de la Institución, y en ningún momento se hará referencia a casos particulares, lo cual garantiza la confidencialidad de la información recolectada en la institución. Carta de consentimiento informado para participar en la investigación ver (Anexo 5).

**Resultados de los expertos.** El formato guía enviado a los expertos contaba con una pauta para evaluar de 1 a 3 la pertinencia de las variables del estudio y sus ítems al propósito de los Test, así como también con un espacio para proponer cambios y/o sugerencias. Para determinar la validez de contenido, a través del juicio de estos expertos, se utilizó la fórmula de (Tristán-López, 2008), quien establece un valor mínimo de razón de validez de 0,62 con tres expertos, para asegurar que sea improbable que el acuerdo se deba al azar.

**La validez del constructo.** Para determinar si era posible realizar un análisis factorial, se verificó la medida de adecuación muestral Kayser, Meyer y Olkin (KMO) y la prueba de Bartlett. La adecuación de la muestra resultó pertinente, pues presentó un coeficiente de 0,811. Los expertos determinaron la operacionalización de las variables del estudio donde resaltaron aspectos como: (a) la necesidad de organizar las variables a través de ítems (numéricos) que visualicen la relación de cada una; (b) algunas afirmaciones sesgan la posible respuesta, lo cual limita las posibilidades en la misma; y (c) mostrar en el formulario de Test cada uno de los niveles de las variables que corresponden a la afirmación presentada, con el fin de

contextualizar de una forma más clara y directa al participante. Estas observaciones fueron relevantes para los instrumentos de evaluación, siendo más de forma que de contenido logrando de inmediato su ajuste final y continuar con el proceso colocándolos a prueba mediante un proceso de pilotaje (Gall et al., 2007).

**Proceso de Pilotaje:** Todos los instrumentos pasaron por prueba de pilotaje tal como se observa en la Tabla 8, los cuales fueron aplicados de manera aleatoria y voluntaria por un grupo de 20 estudiantes de ingeniería de los primeros semestres. Este pilotaje se realizó de forma manual durante un tiempo de 15 días para cada uno.

Tabla 8. Adaptación de los instrumentos acorde a la prueba de pilotaje

<b>Proceso de Pilotaje Aplicado Voluntariamente con Estudiantes y Revisado por Expertos</b>				
<b>Test</b>	<b>N. Preguntas Iniciales</b>	<b>N. Preguntas Eliminadas</b>	<b>N. Preguntas Corregidas</b>	<b>N. Preguntas Finales del Test</b>
Pre-Test: Lineamientos para la resolución de problema a través de unos ejes metodológicos	26	6	4	<b>20</b>
Adaptación prueba Watson y Glaser	35	5	11	<b>30</b>
Habilidades en el Pensamiento Computacional y Creativo (PCC)	35	5	9	<b>30</b>

Fuente: Aplicación pilotaje por cada Test y revisión en SPSS. Datos organizados por el autor

**Validez y Confiabilidad.** Los instrumentos fueron sometidos a pruebas de validez y confiabilidad (Hernández et al., 2006). En la Tabla 9, se establece el índice de alfa Cronbach (Prieto, 2005) para todos los instrumentos, los cuales fueron satisfactorios durante el proceso de pilotaje, demostrando que tiene sentido hacer un análisis factorial en cada uno. La validez de estos instrumentos se determinó primeramente mediante una validación aparente. Para ello, se contó con tres expertos: Uno en pensamiento crítico-matemático; Otros en pensamiento computacional y creativo; y un último en pedagogía y material didáctico para el apoyo en las competencias de TIC en estudiantes iniciales del curso de Algoritmos de Programación versus maquina (Grace & Rincón, 2010).

Tabla 9. Cálculo del coeficiente de Cronbach para los instrumentos

Reliability Statistics		
Test	Cronbach's Alpha (Altamente confiables)	Número Preguntas
Pre-Test: Lineamientos para la resolución de problema a través de ejes metodológicos	.867	20
Adaptación prueba Watson y Glaser	.891	30
Habilidades en el Pensamiento Computacional y Creativo (PCC)	.880	30

Fuente: Cálculo del análisis de Frecuencia por cada Test en el SPSS Statistics ver. 21 releases 21.0.0.0. Datos organizados por el autor

### 3.4 Diseño de la propuesta

#### 3.4.1 Fase 1. Muestra y recolección de la información

A través de las listas de estudiantes iniciales en los dos semestres académicos del año 2017 de las dos (2) instituciones participantes, se especificó la población de los estudiantes del curso inicial de *algoritmos de programación* acompañado de los datos demográficos como: edad, género y tiempo en semestres de antigüedad en la institución.

Luego se procederá a través del mismo instrumento a conocer la curva de rendimiento académico de los estudiantes participantes en el curso de algoritmos de programación, ya que se solicita la nota final obtenida en el curso, con el fin de conocer el rango en que se encuentra el rendimiento académico de los participantes en el proceso. Estos rangos de notas están dados por cuatro (4) tipos de intervalos como: 1.0 - 1.5; 1.6 – 2.0; 2.1 - 2.5; y 2.6 – 2.9, teniendo en cuenta que los participantes del estudio obtuvieron notas < 3.0 como se ilustra en la Figura 6 del capítulo 1.

Seguido y recomendado por los autores (Kyu Han Koh, 2014; Juan Carlos Olabe, Xabier Basogain, Miguel Ángel Olabe, Inmaculada Maíz, and Carlos Castaño, 2014), se aplicará un Pre-Test y Pos-Test para cuantificar la medida antes y después de aplicar las pruebas a los estudiantes para el desarrollo del pensamiento crítico, computacional y creativo. Conociendo a la vez sus calificaciones académicas en el segundo y tercer corte del curso de *algoritmos de programación*, con el fin de lograr cuantificar si al aplicar la *propuesta metodológica* se producirá alguna mejora.

## Estructura de los Instrumentos

**Primero y tercero:** Pre-Test llamado “Lineamientos para la resolución de problema a través de ejes metodológicos” y Pos-Test para medir habilidades en el Pensamiento Computacional y Creativo (PCC) trabajan con la escala de Likert. En la Tabla 10, se observan las opciones de respuesta correspondientes a cada una de las preguntas de los dos instrumentos y se desglosan en: [TDA] Totalmente de Acuerdo (5); [DA] De Acuerdo (4); [NDA] Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo (3); [ED] En Desacuerdo (2); [TED] Totalmente en Desacuerdo (1), los cuales conformarán los tópicos de evaluación según la escala de Likert.

Tabla 10. Códigos de las respuestas del instrumento Pre-Test y Pos-Test

Código para calificación	Opciones de respuesta
5	TDA = Totalmente de acuerdo
4	DA = De acuerdo
3	NDA = Ni de acuerdo ni en desacuerdo (Indiferente)
2	ED = En desacuerdo
1	TED = Totalmente en desacuerdo

Fuente: Datos organizados por el autor

**Segundo Instrumento:** Aplicación de la prueba Watson Glaser (Anexo 3) para medir el pensamiento crítico (PC) a través de cinco (5) categorías: Inferencia, Reconocimiento de supuesto, Deducción, Interpretación y Evaluación de argumento; y que será aplicada al GE y al GC del estudio. Esta prueba evalúa aspectos cognitivos del pensamiento crítico y consta de 30 preguntas de respuesta cerrada. Cada pregunta tiene dos (2) tipos de respuesta, uno (1) cuando la respuesta es correcta y (0) cuando es incorrecta. Las puntuaciones van de un mínimo de cero (0) a un máximo de seis (6) puntos por cada categoría (Watson y Glaser, 1980; 2008).

Tabla 11. Categorías de Watson y Glaser. Pensamiento Crítico

Categorías	Intervalos de Preguntas
Inferencia	1 a 6
Reconocimiento de Supuestos	7 a 12
Deducción	13 a 18
Interpretación	19 a 24
Evaluación de Argumento	25 a 30

Fuente: (Watson y Glaser; 2010). Datos organizados por el autor

En la Tabla 11, se observan los intervalos de las cinco categorías que agrupan cada una de las seis (6) preguntas organizadas así: (1 – 6) corresponde a la Inferencia; (7 – 12) Reconocimiento de Supuestos; (13 – 18) Deducción; (19 – 24) Interpretación; y (25 – 30 ) Evaluación de argumento.

Se programará a través del motor de base de datos llamado MySQL el almacenamiento en tiempo real de los datos obtenidos en cada instrumento aplicado con el fin de facilitar su proceso estadístico y analítico en el software SPSS versión 21. Estos instrumentos se aplicarán en salas de cómputo de las IES participantes en el estudio a través de un enlace específico con el apoyo de un hosting temporal para tal fin. Con el fin de garantizar que los participantes en la muestra y en los grupos de trabajo fueran los sujetos seleccionados para tal fin como lo recomienda el autor.

Después, se procederá hacer una división de la muestra de los 121 participantes en dos grupos, los grupos se denominan grupo experimental (GE) y grupo control (GC), donde se logrará hacer una asignación de cada tratamiento experimental a cada grupo de sujetos. Este método es llamado “diseño de dos grupos seleccionados por un referente específico”, Por tanto se debe garantizar que en las *medias* de los grupos, *no se presenten diferencias significativas* antes de iniciar el experimento.

Después se aplicará la prueba del test de razonamiento o pensamiento crítico de los autores Watson y Glaser, el cual se compone de cinco pruebas, cada prueba está diseñada para abordar una categoría diferente del pensamiento crítico: inferencia, suposiciones, deducciones, interpretación de información y evaluación de argumento (DaDalt & Defabio de Anglat, 2007).

Tabla 12. Operacionalización del componente Pensamiento Computacional y Creativo (PCC)

<b>Categorías</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Items – Instrumento</b>	<b>Funcionalidad</b>
Instrucciones, variables y operadores	Identificación de patrones Uso de instrucciones Variables Secuencias Operadores	1,2,3 4,5,6 7,8,9,10, 11,12,13 14,15,16,17	Elementos utilizados por los estudiantes para la construcción de un algoritmo
Reutilización de códigos	Reuso Detección de errores	18,19,20 21,22,26	Hace referencia a reutilizar el código para la creación de otros programas
Características	Abstracción Creatividad y trabajo colaborativo	23,24,25 27,28,29,30	Elementos relevantes del PCC

Después se trabajará con el instrumento para medir la habilidad del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC). En la Tabla 12, se observa el proceso de operacionalización del componente del PCC el cual está constituido por tres categorías y nueve indicadores, los cuales se encuentran relacionados con algunas preguntas puntuales del instrumento, buscando correlacionar su funcionalidad con los objetivos del estudio.

Al grupo de participantes se les proporcionará la información necesaria para comprender la naturaleza de la investigación y de los procedimientos que permitirán llevar a cabo una adecuada selección de la propuesta. Durante la sesión del experimento se mantendrá la confidencialidad, ya que algunos datos serán recopilados por transcripción del proceso de observación y otros por las técnicas de los test, donde no se mencionarán los nombres de los sujetos participantes ni de las instituciones a las que pertenecen. Este procedimiento se les indicará a los participantes antes de comenzar y se les recordará después de la aplicación de instrumentos y del experimento.

### **3.4.2 Fase 2. Diseño y propuesta**

El diseño de este estudio, se enfoca en contestar la pregunta de investigación: ¿Desde una dimensión creativa, cuáles estrategias conforman una propuesta metodológica que centrada en las capacidades del estudiante, propenden por el desarrollo de habilidades y la integración de conocimientos para la solución de problemas en el curso de algoritmos de programación? y en el cumplimiento de su objetivo general: Diseñar una propuesta metodológica definida en una dimensión creativa que favorezca el pensamiento crítico, computacional y creativo de los estudiantes del curso de algoritmos de programación en programas de ingeniería de sistemas.

Para lo anterior, se recogerán los datos demográficos de los participantes a través de una muestra de  $n=121$  estudiantes; junto con la última calificación obtenida en su curso de *algoritmos de programación*. Después con base en la medición de la variable del rendimiento académico se obtendrán la cantidad de estudiantes por cada uno de los grupos conformados GE y GC para iniciar el experimento del estudio.

Luego se aplicará el instrumento de Pre-Test para el análisis de las variables del estudio: Rendimiento Académico (Variable Independiente) y la Dimensión Creativa (Variable Dependiente) a través de los cuatro (4) ejes metodológicos seleccionados y que están relacionados con el pensamiento crítico, computacional y creativo. Este instrumento a la vez permitirá reconocer las características del GE y GC conformados para el experimento del estudio al igual que su distribución normal para conocer el grado de significancia de dichos datos. Una vez se ratifique que el grado de significancia en la varianza entre los dos grupos conformados es similar, se procederá aplicar los instrumentos para la medición de habilidades tanto del pensamiento crítico, como del pensamiento computacional y creativo, siendo elementos fundamentales para organizar la estructura de la Dimensión Creativa en la propuesta metodológica de este estudio.

Una vez obtenidos estos datos medibles y de comportamiento, se enfocará la *propuesta metodológica* en una estructura procedimental a través de una *Dimensión Creativa*, tal como se observa en la Tabla 13, con tres (3) aspectos relevantes en el aprendizaje: el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y el pensamiento computacional, correlacionados con cuatro (4) ejes metodológicos y de valoración: Inteligencia lógica-matemática, Experiencias – lecciones aprendidas, Entornos gráficos – objetos e imágenes y Situaciones reales – hechos acontecidos.

Tabla 13. Propuesta metodológica del estudio

		Ejes metodológicos y de valoración			
		Inteligencia lógica matemática	Experiencias- Lecciones Aprendidas	Entornos Gráficos - Objetos e imágenes	Situaciones Reales - Hechos Acontecidos
Dimensión Creativa	Aspectos Relevantes del Aprendizaje				
	Pensamiento Crítico				
	Pensamiento Computacional				
	Pensamiento Creativo				
		Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4

Fuente: autor

Con este esquema se espera presentar la *propuesta metodológica* del estudio, completando los cuadros en blanco de la Tabla 13, a través de una serie de actividades o tareas que se

realizarán con los resultados obtenidos en los talleres e instrumentos aplicados con los grupos participantes en el experimento.

### Dimensión creativa de la propuesta

**Pensamiento crítico:** Se trabajará a través de las actividades de laboratorio acorde a las cinco (5) categorías que se observan en la Tabla 14, con el uso de la lógica-matemática y el razonamiento de juicios de valor ante una serie de elementos expuestos para la solución de un problema.

Tabla 14. Categorías para medir el pensamiento crítico en el experimento

Intervalo Preguntas	Categoría	Medición
1 - 16	Inferencia	La habilidad para para discriminar entre el nivel de verdad o falsedad de las conclusiones extraídas de los datos proporcionados (Magno, 2010). Algunos elementos son: la evidencia, alternativas y sacar conclusiones (Facione, 2007).
17 - 32	Reconocimiento de Supuestos	Para Watson y Glaser (2008) se trata de distinguir supuestos implícitos o que se dan por hechos, mientras que Facione (2007) habla de identificar relaciones de inferencia o reales; para la estadística el reconocimiento de supuestos, es la base sobre la cual se elaboran las pruebas de contraste de hipótesis.
33 – 48	Deducción	Habilidad para determinar la relación conexión lógica entre las premisas y las conclusiones, Para la estadística la deducción, forma parte importante para la toma de decisiones. s (Watson y Glaser, 2008).
49 – 64	Interpretación	Habilidad para entender los significados de experiencias, situaciones, datos, procedimientos, entre otros (Facione, 2007), e incluso imágenes, cuadros y gráficos (Malamitsa, Kokkotas, y Kasoutas, 2008).
65 – 80	Evaluación de Argumento	Gaviria y Corredor (2011) indican que la argumentación puede darse con explicaciones o evidencias. La explicación tiene como propósito aclarar las causas por las que un hecho, que es considerado evidente, se produce y está conformada por afirmaciones conectadas lógicamente entre sí

Fuente: Prueba de Watson Glaser. Diseño elaborado por el autor

En la Tabla 15, se presentan las actividades, tiempo y lugar donde se aplicarán los respectivos instrumentos a los grupos participantes en el experimento. Para tal fin se hace la apertura de un sitio web con el fin de ubicar los instrumentos en línea que serán resueltos en tiempo real en las horas asignadas en el laboratorio para tal fin.

Tabla 15. Aplicación de los instrumentos en el laboratorio del experimento

Test	Actividades	*Sesiones	Tiempo	Lugar/material	Grupos
Pre-Test. Lineamiento para la RP en 4 ejes metodológicos	Caracterización de los grupos y aportes la Variable Dependiente del estudio: Dimensión Creativa en sus 5 ejes	1 día (Sem. 1)	30 minutos	Laboratorio IES. Audífonos para mayor concentración.	Experimental Control
Prueba Watson y Glaser para el Pensamiento Crítico	Medir habilidades cognitivas del pensamiento crítico	1 día (Sem. 2)	60 minutos	Laboratorio IES. Audífonos para mayor concentración.	Experimental Control
Pos-Test. Habilidades del Pensamiento Computacional y Creativo. PCC	Medir habilidades PCC por medio de talleres en Scratch (juego)	3 días x semana (Sem. 4 y 5)	60 minutos	Laboratorio IES. Audífonos para mayor concentración.	Experimental Control

Nota: \*Sem: Semana. Fuente: información organizada por el autor

### 3.4.3 Fase 3. Análisis de información

Esta fase se dedicará, a la puesta en práctica de las actividades del experimento en el laboratorio, con el grupo control (GC) y con el grupo experimental (GE), así como a la evaluación de dichas actividades sobre la base de datos recogidos de: observaciones de aula y aplicación de instrumentos de evaluación, los comentarios de los estudiantes y el análisis de documentos.

Se solicitará la presencia de un docente del curso inicial de Algoritmos de Programación de cada una de las instituciones participantes para acompañar las actividades como observador participante durante las sesiones del experimento.

Simultáneamente, durante el desarrollo de las actividades en el experimento, se realizarán sesiones de discusión y reflexión sobre la base de relatos escritos y orales proporcionados por los mismos estudiantes, así como, en algunos casos, de las observaciones del docente invitado en cada una de las instituciones participantes.

En la secuencia de discusión y reflexión, se apuntarán y discutirán los elementos esenciales que contribuirán a diligenciar en su totalidad la Tabla 13, en cuanto a la interactividad de los pensamientos crítico, computacional y creativo con respecto a los ejes metodológicos y valorativos como componentes fundamentales en la dimensión creativa para presentar la

propuesta metodológica del estudio, dando cumplimiento a los objetivos de la investigación y aportando a la respuesta de la pregunta del estudio.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

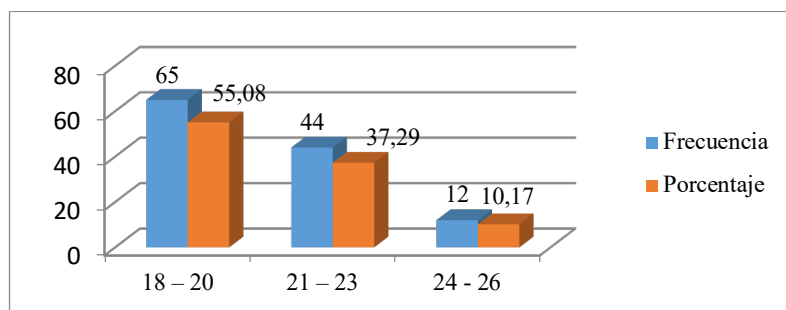
Partiendo del propósito y secuencia del proceso metodológico de la investigación, con el grupo experimental y grupo de control con la representación y análisis de los datos demográficos de los participantes, la aplicación de las pruebas de pre-test, prueba Watson-Glaser y prueba pos-test. Se presentan los resultados obtenidos con el fin de afianzar la gestión del conocimiento como elemento del cumplimiento de los objetivos y pregunta de investigación.

##### 4.1 Caracterización de los participantes en el estudio

En esta primera fase se tomó a los 121 participantes seleccionados en la muestra. A continuación, se presenta la distribución de los datos demográficos de los participantes en el estudio tales como: edad, género, semestre de antigüedad. Esto permitió conocer el perfil de los participantes en el estudio, acorde al *estrato* seleccionado en la muestra entre las IES-A e IES-B.

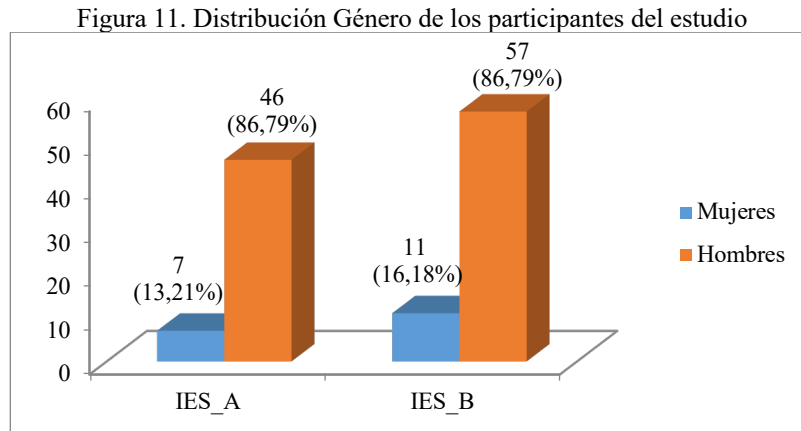
**Edades de los participantes:** En la Figura 10, se observa que la edad prevaleciente de los participantes está entre 18-20 años para un total de 65 estudiantes. Seguido del rango entre 21-23 años, para un total de 44 estudiantes y por último el rango entre 24-26 años con un total de 12 estudiantes respectivamente. Para un total de  $65+44+12 = 121$  estudiantes de la muestra.

Figura 10. Distribución de edades de los participantes del estudio



Fuente: Frecuencia y porcentaje (%) de los intervalos de edades de los participantes. Muestra n=121. IES (2017). Datos recolectados por el autor

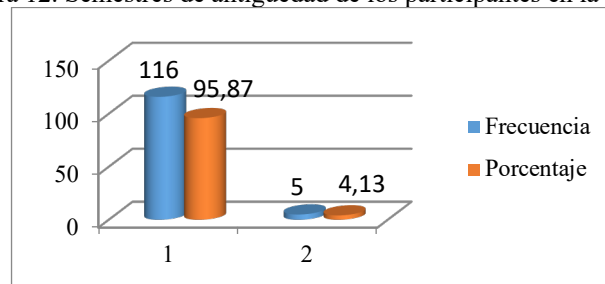
**Género de los participantes.** En la Figura 11, se observan los datos obtenidos en relación al género de los participantes. Donde se observa que la gran mayoría corresponde al género masculino para un total de 103 estudiantes; y el género femenino a un total de 18 estudiantes para un total de 121 estudiantes correspondiente a la muestra del estudio.



Fuente: Frecuencia y porcentaje (%) de los intervalos de género de los participantes de la muestra n=121. IES (2017). Datos recolectados por el autor

**Semestres de antigüedad de los participantes.** Por otra parte, como se ilustra en la Figura 12, la relación a la distribución de semestres de antigüedad de los participantes del estudio. Donde se destaca que el 95,87% (116) llevan el primer semestre en las instituciones participantes. Mientras que el 4,13% (5) llevan dos semestres, con lo cual se concluye que una minoría muy pequeña de aproximadamente el 4% repitieron el curso de Algoritmos por lo menos una vez en el mismo año 2017.

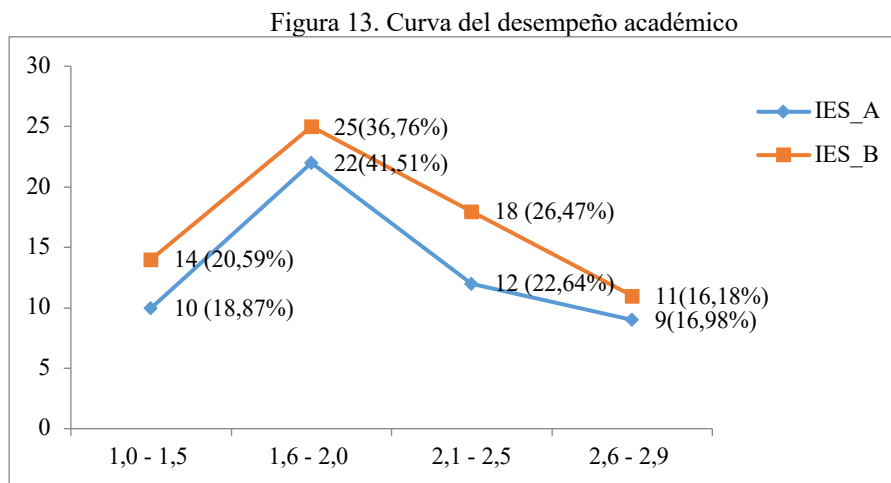
Figura 12. Semestres de antigüedad de los participantes en la Institución



Fuente: Frecuencia y porcentaje (%) de los semestres de antigüedad de los participantes. Muestra n=121. IES (2017). Fuente: Datos recolectados por el autor

## 4.2. Curva de desempeño académico de los participantes

Es importante tener presente que los participantes de este estudio han obtenido notas definitivas en su primer corte menores a 3.0. Por tanto, en la Figura 13, se observa que en el rango de notas de 1.6 – 2.0 se encuentra 47 estudiantes, siendo la mayoría en los respectivos rangos. Seguido del rango de 2.1 – 2.5 con un total 30 participantes. Llama la atención el rango de 1.0 – 1.5 con 24 participantes y 20 en el rango 2.6 – 2.9. Para un total de  $47 + 30 + 24 + 20 = 121$  participantes correspondientes a la muestra del estudio.



Fuente: Frecuencia y porcentaje (%) del desempeño académico de la muestra  $n=121$ . IES (2017). Datos recolectados por el autor

## 4.3. Resultados de la aplicación del instrumento Pos-Test

Para esta segunda fase se constituyen los dos grupos de trabajo llamados grupo experimental (GE) y grupo control (GC) tomando como base la calificación final obtenida en el primer corte del curso de *Algoritmos de Programación*, teniendo en cuenta que los participantes de la muestra  $n=121$  fueron aquellos estudiantes que obtuvieron notas por debajo de 3.0 sobre 5.0. Este proceso se realizó con el fin de darle veracidad a la variable independiente (Rendimiento Académico) del estudio, en el cual se demostró que no existe una diferencia significativa entre los grupos organizados para dar inicio al experimento en el laboratorio.

El instrumento fue alojado en un sitio web provisional con un formulario en línea, donde los datos fueron almacenados en una base de datos MySQL, con el fin de procesarlos de manera

fácil en el software estadístico SPSS. En el Anexo 6, se observan las calificaciones obtenidas en dicho instrumento tanto del grupo experimental (GE) como del grupo control (GC).

En la Figura 14, se observa la ficha técnica de la aplicación del instrumento Pre-Test y Pos-Test (ver anexo 2 y anexo 4) a los participantes del estudio.

Figura 14. Ficha técnica aplicación Instrumento Pre-Test

<u>Ficha Técnica</u>	
<b>Instrumento para evaluar el pensamiento crítico</b>	
Aplicación Pre-Test /Pos-Test. <b>Fecha_Inicio:</b> 10-Oct-2017 <b>Duración</b> = 45 minutos	
<b>Variables:</b> VI: Independiente =Rendimiento Académico / VD: Dependiente = Dimensión Creativa. Resolución de problemas Pensamiento Crítico (PC) Pensamiento Computacional y creativo (PCC)	
<b>Instrumento</b> : validez y confiabilidad > 0.86	<b>Total preguntas</b> = 20 cerradas
<b>Ejes metodológicos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inteligencia lógica-matemática</li> <li>▪ Experiencias-lecciones aprendidas</li> <li>▪ Entornos gráficos-objetos e imágenes</li> <li>▪ Situaciones reales, hechos–acontecidos</li> </ul>	
<b>Total de preguntas por dimensión</b> 4	<b>Total Dimensiones</b> = 5
<b>Total Participantes</b> =50 (GE: 29 - GC: 21)	
<b>Lugar:</b> Aula de laboratorio en una de las IES participante	
<b>Fecha Cierre:</b> 10-Oct-2017	

Fuente: Presentación de la Ficha Técnica de los participantes para medir el PC entre los GE y GC.  
Datos recolectados por el autor

En la Tabla 16, se observa la conformación del grupo experimental (GE) y del grupo control (GC) junto con los datos demográficos pertenecientes a cada uno, para un total de 50 participantes, distribuidos en GE = 29 y GC = 21, pertenecientes a las dos (2) IES.

Tabla 16. Conformación del grupo experimental y el grupo de control

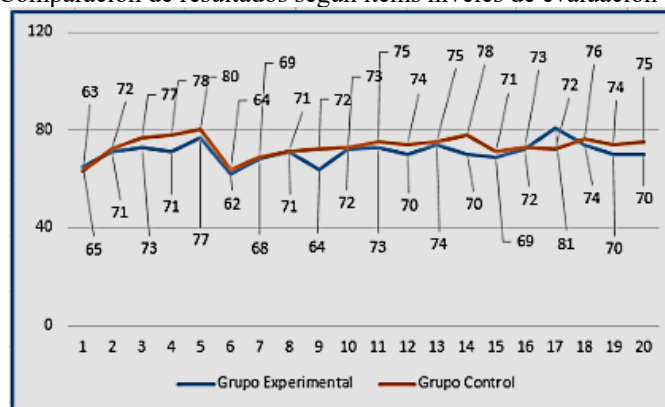
IES	Muestra	Grupo	Intervalo calificaciones	Numero estudiantes	Intervalo de Edades (E)	Genero
A	53	Experimental	(2,2 - 2,9)	29	E1: 13; E2:11; E3:5	F:6; M:23;
B	68	Control	(2,2 - 2,9)	21	E1:10; E2:10; E3:1	F:3; M:18;
<b>Total</b>	<b>121</b>		<b>Sujetos:</b>	<b>50</b>		

Fuente: E1:(18-20); E2:(21-23); E3:(24-26); F: Femenino; M: Masculino; O: Otro.  
Datos recolectados por el autor

Para comprobar que el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC) son dos muestras similares que siguen una distribución normal y estadística se les aplicó el instrumento llamado pensamiento computacional (PCOMP) y creatividad en la solución de problemas (CSP) a los 50 participantes, enfocados en los cuatro (4) ejes metodológico como: Inteligencia lógica-matemática, Experiencias-lecciones aprendidas, Entornos gráficos-objetos e imágenes y Situaciones reales, hechos –acontecidos enfocados en la variable dependiente (VD) Dimensión Creativa del estudio.

En la Figura 15, se observan los puntos de comparación de la calificación del pos-test por parte de los dos grupos, donde se aprecian valores muy similares, con un porcentaje promedio para el GC= 73.10% y GE= 70.85% en cuanto a al razonamiento o pensamiento crítico como cognitiva como competencia inicial en el estudio.

Figura 15. Comparación de resultados según ítems niveles de evaluación de los grupos



Fuente: Calculo de los niveles de comparación de calificación de ítem entre los dos grupos. Datos recolectados por el autor

Donde, se observa que la diferencia porcentual entre los grupos es de 0.64%, con lo cual se deduce que la caracterización cognitiva como competencia de los dos grupos es muy baja siendo del 43,54% y 44.18% respectivamente. Por lo tanto, se concluye que los dos grupos poseen características iniciales similares en relación al razonamiento o pensamiento crítico.

Luego se aplicó la prueba de T-Test, con el fin de saber si los resultados del Test del GE son significativamente más altos que los del GC para muestras seleccionadas. Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 17, donde la significancia en la variable fue del  $S=0.861$ , lo que indica que no existen diferencias entre las varianzas, pero en el análisis bilateral en la variable  $SB= 0.247$ ; con  $p > 0.05$ , resalta que se acepta que la media del GE y del GC no son significativamente diferentes en el Test.

Tabla 17. Prueba T-Test del grupo de control y experimental en el Test

	N	Media X	s	S	SB
Experimental	29	23,556	11,3589	0,861	0,247
Control	21	21,681	12,9768	No existe diferencias en las varianzas	>0.05 se concluye que no son significativas la diferencia en el Pre-Test

Nota: [S]=Significancia; [SB]=Significancia Bilateral

Una vez ratificada la conformación del grupo experimental GE= 29 y GC=21, se procede a realizar los talleres del experimento.

En la Tabla 18, se observa a través del método de Shapiro-Wilk que la variable independiente (VI) denominada rendimiento académico fue la seleccionada para organizar los grupos participantes del experimento, y presenta valores de Coeficiente de Person  $p > 0.05$ , lo cual es bastante significativo para los grupos participantes. En el cuadro rojo se resalta el  $p$  obtenido por cada uno de los grupos: grupo experimental GE = 0.102 y GC = 0.22, con una tendencia significativa hacia una distribución normal entre dichos grupos.

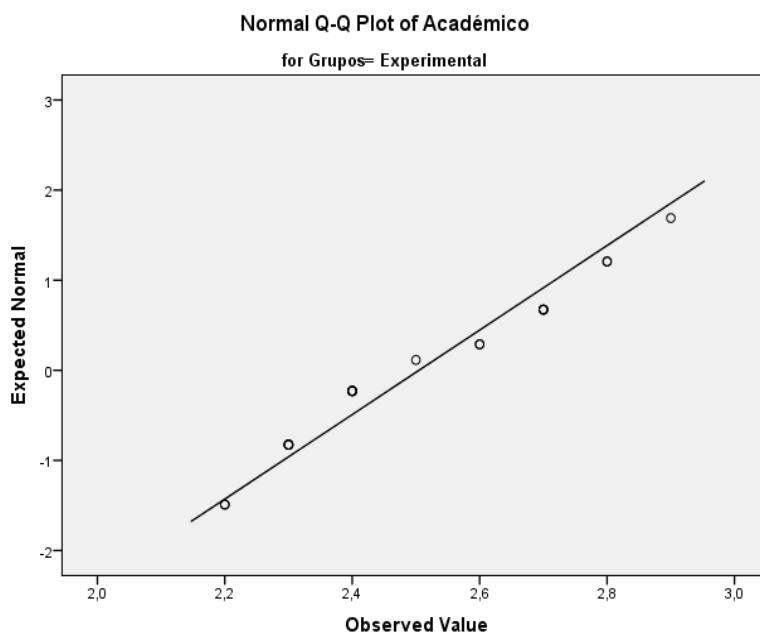
Tabla 18. Valores de coeficiente de Person (p) entre los grupos

	Grupos	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Académico	Experimental	,924	29	,102
	Control	,914	21	,22

Fuente: Cálculo de la distribución normal del rendimiento académico de los grupos. SPSS. Datos recolectados por el autor

En la Figura 16, se observa la distribución de los valores del coeficiente de Person (p), los cuales tienen una tendencia demasiado cerca a la pendiente del proceso, lo que permite concluir que existe una distribución normal en la variable independiente (VI) rendimiento académico de los participantes.

Figura 16. Distribución normal entre los grupos participantes



Fuente: Cálculo de la distribución normal en los grupos donde  $p > 0.05$ . SPSS  
Datos recolectados por el autor

El propósito del instrumento es medir elementos fundamentales para iniciar con la medición del pensamiento crítico, computacional y creativo como componentes de la variable dependiente (VD) con respecto a la variable independiente (VI) (García, 1998). El instrumento está enfocado en cuatro (4) ejes metodológicos como componentes de la variable dependiente denominada dimensión creativa para el curso de *Algoritmos de Programación* y permite las mediciones del pensamiento crítico, computacional y creativo.

El instrumento se constituye de 20 preguntas, a través de cinco (5) opciones de respuesta como se ilustra en la Tabla 7 del capítulo anterior. Para establecer los niveles de calificación se realizó el cálculo entre el total de opciones de respuesta por la cantidad de preguntas del instrumento donde los niveles son 5 y al multiplicar por 20 se obtiene como resultado 100, lo cual permitió en gran parte conocer la actitud de los participantes frente a la aplicación del instrumento.

En la Tabla 19, se observa la constitución de los cinco niveles de calificación tales como: Muy deficiente, Deficiente, Regular, Bueno y Excelente, para cada uno de los rangos de calificación del instrumento.

Tabla 19. Niveles de evaluación de la habilidad en los ejes

Rango de Evaluación	Nivel de Evaluación
0 – 20	Muy Deficiente
21 – 40	Deficiente
41 – 60	Regular
61 – 80	Bueno
81 – 100	Excelente

Fuente: Cálculo de total de preguntas x opciones de respuesta de Likert  
Datos recolectados por el autor

En la Tabla 20, se observan los datos estadísticos obtenidos en la calificación del instrumento tales como frecuencias, porcentaje y su acumulado acorde a la evaluación de cada una de las categorías de la escala Likert de los grupos participantes. Se aprecia que el rango de “Bueno” tiene un porcentaje del 92%, lo cual significa que los participantes tienen una actitud positiva durante el estudio.

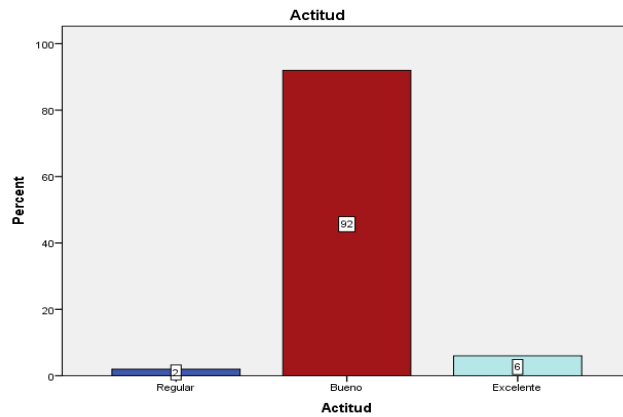
Tabla 20. Porcentaje acumulado de los participantes en el experimento

Actitudes de los Participantes				
Rango de Evaluación	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Regular	1	2,0	2,0	2,0
Bueno	46	92,0	92,0	94,0
Excelente	3	6,0	6,0	100,0
Total	50	100,0	100,0	

Fuente: Cálculo de la actitud por el rango de evaluación de las categoría. SPSS  
Datos recolectados por el autor

La Figura 17, presenta la gráfica generada por el aplicativo SPSS de los rangos de evaluación destacando el 92% correspondiente a 46 participantes del nivel “Bueno”.

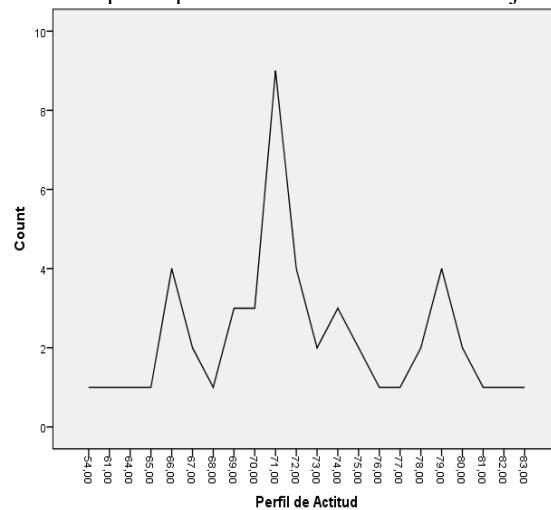
Figura 17. Evaluación de los ejes metodológicos de apoyo a la VD



Fuente: Cálculo de los ejes metodológicos de apoyo a la VD. SPSS  
 Datos recolectados por el autor

En la Figura 18, se observa que el perfil de los participantes el cual se encuentra entre el 70% y el 79% lo que permite visualizar un buen perfil en temas relacionados con el curso de *Algoritmos de Programación* como elemento fundamental para continuar el experimento. Además, en el Anexo 6, se observan los resultados del método de extracción: Análisis de componentes principales obtenidos como el total de varianzas y otros datos estadísticos que corroboran que la selección del GE y GC se encuentran en una distribución normal significativa para el estudio.

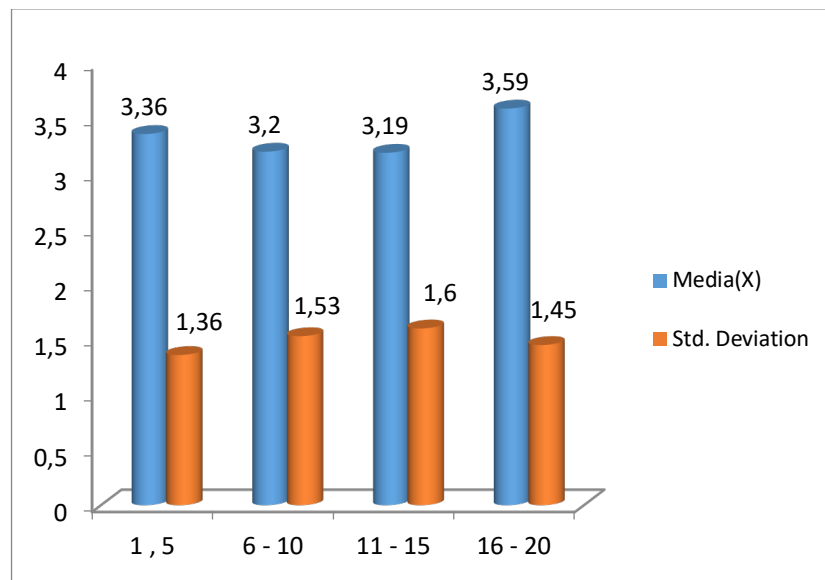
Figura 18. Perfil de los participantes en la evaluación de los ejes metodológicos VD



Fuente: Cálculo del perfil de los participantes en su actitud "Buena". SPSS  
 Datos recolectados por el autor

En la Figura 19, se observan las medias y desviaciones correspondientes a los ejes metodológicos del instrumento Pre-Test, donde se resaltan que las medias son similares en cada uno de estos ejes, ratificando que de alguna forma los participantes han encontrado relación de sus acciones y pensamientos relacionados para la resolución de problemas. En especial el eje con respecto a *Situaciones reales, hechos y acontecimientos* en el intervalo de calificación de 16 – 20 con una media=3.59 y una desviación estándar=1.465, demostrando que los participantes se inclinan más por el manejo de los objetos, gráficas e imágenes en el momento de reconocer un problema relacionándolo con hechos reales para alcanzar su solución en una situación real.

Figura 19. Distribución estadística de los ejes metodológicos



Fuente: Cálculo de las medias y Desviación estándar. SPSS. Datos recolectados por el autor

#### 4.4. Resultados de la medición del Pensamiento Crítico (PC)

Con base en la estadística anterior, se estableció que el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC) son significativamente aceptables para el estudio, con características similares y con una distribución normal, luego se procedió a medir las categorías del *pensamiento crítico* de los participantes a través de la prueba de Watson y Glaser como elemento fundamental en el cumplimiento de los objetivos del estudio (Rivas & Saiz, 2012).

#### 4.4.1 Análisis descriptivo

Se hizo un análisis de frecuencia de respuesta por cada una de las categorías de la prueba a través de un conjunto de gráficas, donde presenta el nivel de medición del pensamiento crítico en que los participantes se ubican, en una escala de Likert de 1 a 5, como se observa en la Tabla 10 del capítulo anterior. Donde uno (1) es el menor grado de medición del pensamiento crítico (PC) y cinco (5) el máximo, representando la dispersión y frecuencia de los datos agrupados por cada categoría.

Tabla 21. Escala e intervalos para la medición del Pensamiento Crítico (PC)

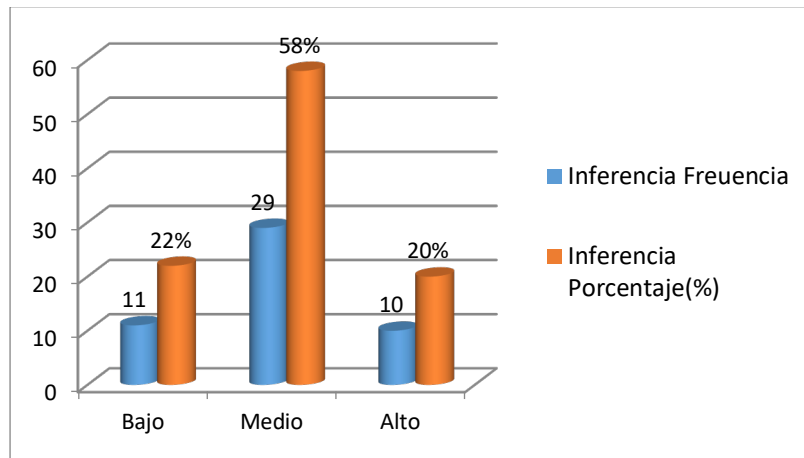
Nivel de Calificación	Cuantificado Global	[IF]	[RS]	[DE]	[IN]	[EA]
Bajo	0 – 5	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1
Medio	6 – 15	2 – 3	2 – 3	2 – 3	2 – 3	2 – 3
Alto	16 – 25	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5
Muy Alto	26 – 30	5 - 6	5 - 6	5 - 6	5 - 6	5 - 6

Nota: [IF]= Inferencia; [RS]= Reconocimiento de Supuestos; [DE]=Deducción; [IN]=Interpretación; [EA]=Evaluación Argumento. Fuente: Datos organizados por el autor

En la Tabla 21, presenta que la prueba (Test) de Watson y Glaser contiene 6 preguntas en cada una de las cinco (5) categorías: Inferencia, Reconocimiento de Supuestos, Deducción, Interpretación y Evaluación de Argumentos, correspondiente a las 30 preguntas de dicha prueba. Este Test contiene las destrezas del razonamiento para lograr resolver problemas en situaciones reales, permitiéndoles a los estudiantes adquirir habilidades de interpretación adecuada en el planteamiento, análisis y solución de problemas específicos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada una de las categorías de la prueba realizada a los 50 participantes. Donde se resalta el nivel Bajo, Medio, Alto y Muy Alto obtenido de la medición del pensamiento crítico.

En la Figura 20, se observa la calificación de la medición del pensamiento crítico en la categoría de Inferencia, con una Mean= 2.38; y Desviación del Std Dev= 1.159. Donde el 58% (29) corresponde al nivel Medio, quiere decir que la habilidad de los participantes para discriminar entre la verdad o la falsedad de los datos proporcionados es buena. Seguida de un porcentaje significativo del 22% (11) que se encuentran en el nivel Bajo y por último un porcentaje del (20%) (10) correspondiente al nivel Alto.

Figura 20. Categoría de Inferencia del Pensamiento Crítico (PC)

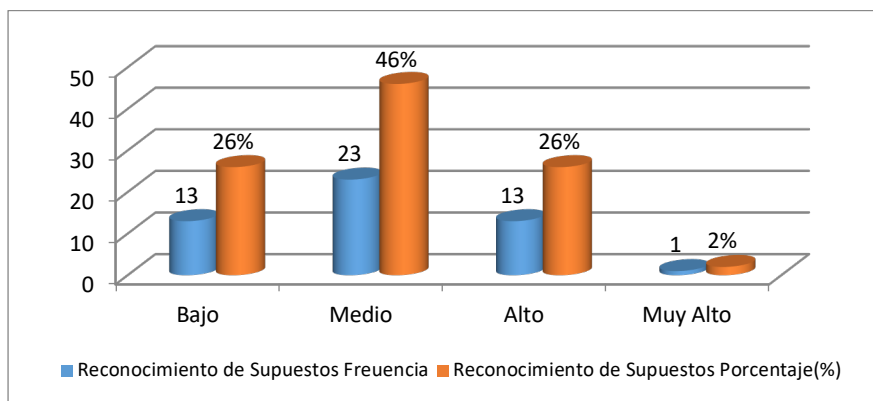


Fuente: Frecuencia y porcentaje (%) en la escala de Inferencia de la muestra. Datos recolectados por el autor

En esta categoría de inferencia, se resalta que el porcentaje más alto corresponde al nivel Medio, lo cual es satisfactorio para el estudio ya que de alguna manera se percibe que los participantes logran identificar una falsedad o verdad en una situación planteada, lo cual se constituye como elemento fundamental para la *propuesta metodológica* de esta investigación.

En la Figura 21, se observa la calificación de la categoría de Reconocimiento de Supuestos a través del nivel Bajo, Medio, Alto y Muy Alto; con una Mean= 2.62; y Desviación del Std Dev= 1.537. Donde nuevamente el nivel Medio presenta el más alto porcentaje correspondiente al 46%(23), seguido por el nivel Alto y el nivel Bajo con un porcentaje del 26% (13) cada uno. El porcentaje más bajo es del nivel Muy Alto 2% (1)

Figura 21. Categoría de Reconocimiento de Supuestos del Pensamiento Crítico (PC)

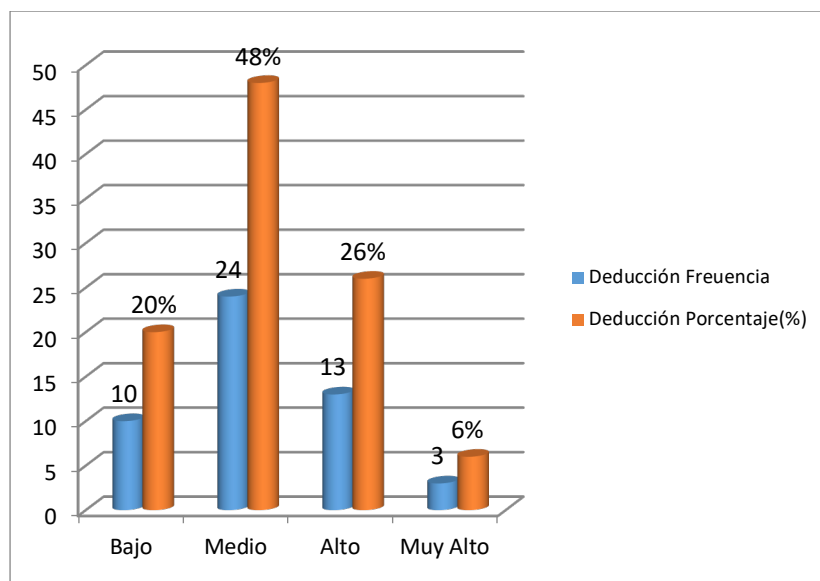


Fuente: Calculo de Frecuencia y porcentaje (%) en la escala de Reconocimiento de Supuestos. SPSS. Datos recolectados por el autor

Se concluye que el mayor porcentaje es del 46% correspondiente al nivel Medio. Por lo tanto, esta es otra categoría que hará parte en la *propuesta metodológica* del estudio

En la Figura 22, se observa la calificación de la categoría de Deducción del Pensamiento Crítico con calificaciones de Bajo, Medio, Alto y Muy Alto; con una Mean= 2.76; y Desviación del Std Dev= 1.393. Donde el nivel Medio presenta el mayor resultado con un 48% (24), nivel que refleja que los participantes presentan algunas habilidades para lograr determinar ciertas conclusiones sobre premisas presentadas de manera lógica, al igual que los del nivel Alto con 26% que corresponde a 13 participantes y Muy Alto con 6%(3). Mientras que en un nivel Bajo se encuentra 10 participantes con un porcentaje del 20%. Por lo tanto, es otra categoría para fortalecer la *propuesta metodológica* del estudio.

Figura 22. Categoría de Deducción del Pensamiento Crítico (PC)

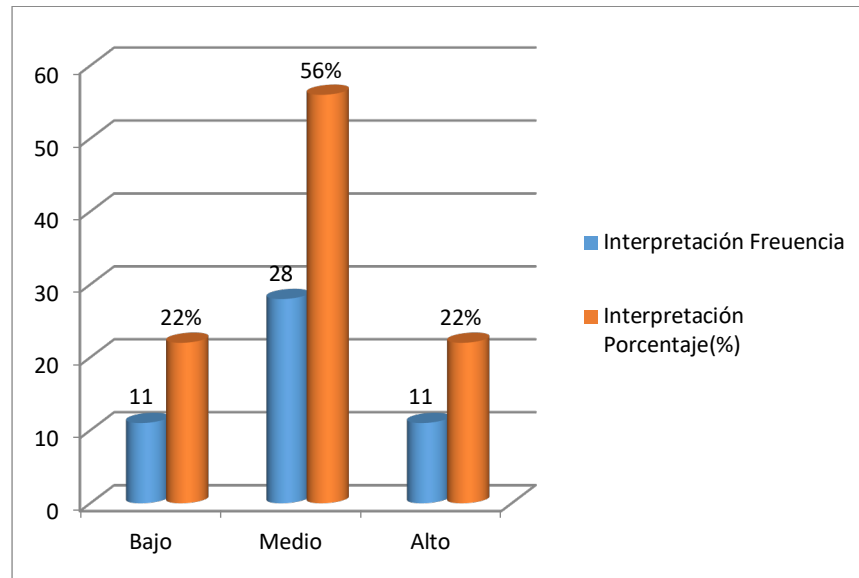


Fuente: Frecuencia y porcentaje (%) en la escala de Deducción de la muestra n=121, IES (2017).  
Datos recolectados por el autor

En la Figura 23, se observa la calificación de la categoría de Interpretación en los niveles de pensamiento crítico (PC) con calificaciones de Bajo, Medio y Alto; con una Mean= 2.58; y Desviación del Std Dev= 1.18. Se resalta que el mayor porcentaje es el nivel Medio con un 56% (28) acompañado del nivel Alto con un 22% (11) y con un nivel Bajo de un 22% (11). Por tanto, se concluye que existe un porcentaje del 68% corresponde a 39 estudiantes que al

trabajar con el ambiente del entorno gráficos con objetos e imágenes logran entender la situación que se les presenta y exponen sus posibles soluciones.

Figura 23. Categoría de Interpretación del Pensamiento Crítico (PC)

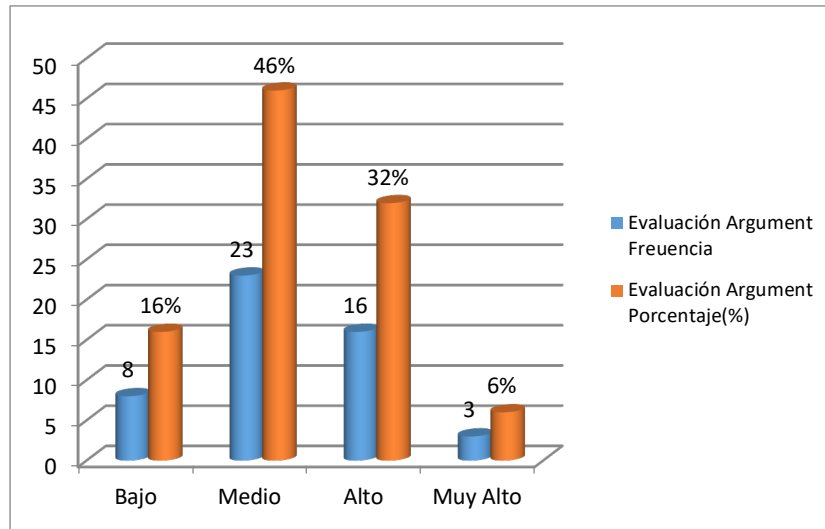


Fuente: Frecuencia y porcentaje (%) en la escala de Interpretación.  
Datos recolectados por el autor

Se concluye que siendo el entorno gráfico relevante para el desarrollo de la imaginación, creatividad y motivación de los estudiantes en un entorno de programación, es recomendable que esta categoría haga parte de la propuesta metodológica del estudio acorde a lo expuesto por los autores (Facione, 2007; Malamitsa et. A., 2008) quienes resaltan que las herramientas gráficas, entornos virtuales y de realidad aumentada han demostrado mayor habilidad y destreza de los estudiantes para presentar las posibles soluciones a problemas en situaciones reales.

Por último, en la Figura 24, se observa la calificación de la categoría de Evaluación de argumento del Pensamiento Crítico con calificaciones de Muy Bajo, Bajo, Medio y Alto, con una Mean= 3.16; y Desviación del Std Dev= 1.503. Donde el porcentaje más alto corresponde nuevamente al nivel Medio 46% (23) y un nivel Alto del 32% (16) seguido del (6%) con 3 estudiantes, lo que permite establecer que gran parte de los participantes logran extraer, analizar y evaluar los datos de un problema para lograr presentar actividades de solución de problemas en hechos reales.

Figura 24. Categoría de Evaluación de argumento del Pensamiento Crítico (PC)



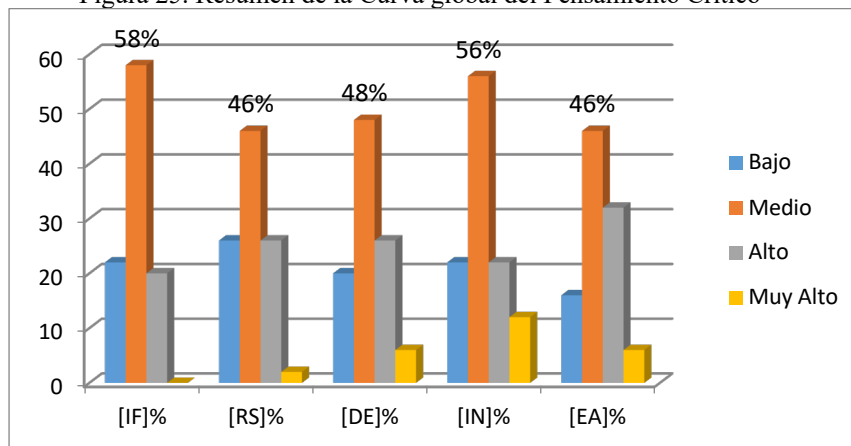
Fuente: Frecuencia y porcentaje (%) en la escala de Evaluación de Argumento. Datos recolectados por el autor

En esta categoría se destaca el resultado del 38% entre los niveles Alto y Muy Alto, donde los participantes logran establecer los datos relevantes en una problemática específica y a la vez hacer sus respectivos análisis y evaluación para presentar alternativas de solución. Por lo anterior es una de las categorías que definirán las actividades de la propuesta metodológica de este estudio.

### Evaluación de la curva resumen y los datos estadísticos de las categorías

En la Figura 25, se aprecia el resumen del comportamiento de la curva de los niveles del Pensamiento Crítico. Allí se observa la frecuencia obtenida en cada una de los niveles Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. Es importante tener presente que los participantes fueron estudiantes iniciales del curso de *Algoritmos de Programación*, donde se consideran que los resultados obtenidos en la medición de cada categoría son relevantes, ya que permite establecer un nivel de significancia entre cada una con el pensamiento crítico y sus participantes (Magno, 2010). Finalmente se resaltan los resultados para tener presente en la propuesta metodológica para mejorar la enseñanza-aprendizaje del curso inicial de Algoritmos de Programación en los estudiantes de ingeniería.

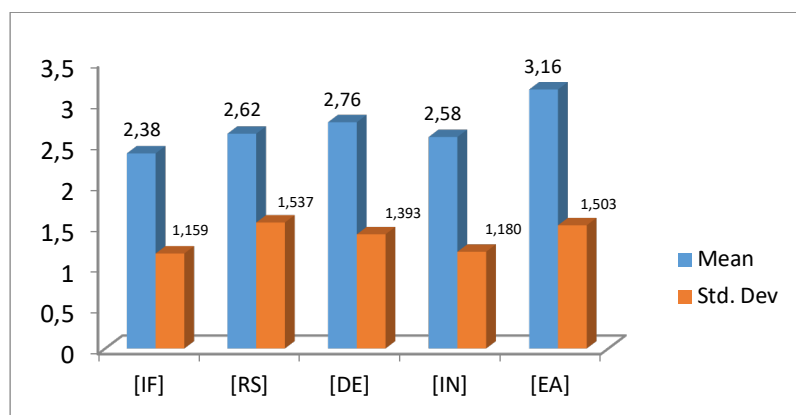
Figura 25. Resumen de la Curva global del Pensamiento Crítico



Fuente: Calificación de las categorías; [IF]= Inferencia; [RS]= Reconocimiento de Supuestos; [DE]=Deducción; [IN]=Interpretación; [EA]=Evaluación Argumento. Datos recolectados por el autor

El resumen de datos de la media y del estándar de desviación de estas categorías para medir la metacognición del pensamiento crítico en los participantes, se observan en la Figura 26, donde se puede identificar que las medias obtenidas son muy similares, destacándose la categoría de Evaluación de Argumento como las más significativas en esta medición, como lo menciona el autor Kurfiss (1988) menciona que el PC explora una situación de fenómeno, pregunta o problema para elaborar una hipótesis, el cual es resuelto con una serie de inferencias, supuestos, deducciones, interpretaciones y sobre todo con una evaluación de argumentos válidos que permite visualizar una problemática específica (Citado por Boisvert, 2004 Pág. 18-19).

Figura 26. Media y Desviación Estándar de la curva resumen de las categorías del Pensamiento Crítico (PC)



Fuente: Análisis de la Media y Desviación estándar de la curva resumen de las categorías PC: [IF]= Inferencia; [RS]= Reconocimiento de Supuestos; [DE]=Deducción; [IN]=Interpretación; [EA]=Evaluación Argumento. Datos recolectados por el autor

## **4.5 Resultados de la medición del pensamiento Computacional y Creativo (PCC)**

Para los resultados de esta fase, es prioridad identificar características y actitudes de los estudiantes con respecto al pensamiento computacional de acuerdo a la (ISTE y CSTA, 2011), algunas se lograron identificar a través de la aplicación del instrumento del Pre-Test al medir los ejes metodológicos como apoyo a la variable dependiente (VD) del estudio.

En esta fase se aplicó el instrumento de habilidades en Pensamiento computacional y creativo (PCC), desde la operacionalización de algunos indicadores para medir las habilidades en los GE y GC, como se puede observar en la Tabla 12 del presente documento, con base en una serie de indicadores que permitieron establecer algunos aspectos relevantes para la conformación de la Dimensión Creativa como base fundamental en la propuesta metodológica de esta investigación.

### **4.5.1 Análisis descriptivo**

Se hizo un análisis de frecuencia de respuesta por cada una de las categorías del pos-test a través de un conjunto de gráficas, en donde se presenta el nivel de habilidades del PCC en que los participantes se ubican, en una escala de Likert de 1 a 5, presentando la dispersión y frecuencia de los datos agrupados por cada categoría.

Estas figuras contienen una interpretación de porcentajes (%) de las respuestas de los grupos participantes en relación con las categorías del pensamiento computacional creativo (PCC) al que corresponde, lo cual permitió cumplir los objetivos del estudio acerca de las habilidades del pensamiento computacional y creativo (PCC) que están presentes en los estudiantes iniciales del curso de Algoritmos de Programación en Ingeniería.

En el **Anexo 7, se presenta el cálculo descriptivo de la calificación del instrumento por preguntas, resaltando** la media, la desviación estándar y la mínima y máxima calificación obtenida en cada una de estas preguntas, para iniciar el análisis de algunos elementos relevantes que miden las habilidades del PCC de los participantes.

**Valoración del instrumento de manera general:** En este proceso se determinó una tabla de niveles de calificación con el fin de ubicar los resultados de manera general del instrumento tal como se observa en la Tabla 22. Allí se observa que para obtener dichos niveles fue necesario estimar un valor mínimo y otro máximo, los cuales fueron calculados por la cantidad de participantes y el número de opciones del instrumento:  $30 \times 5 = 150$  donde 30 corresponde al valor mínimo para ir incrementando el intervalo hasta llegar al valor máximo que en este caso es 150.

Tabla 22. Niveles de evaluación versus Valoración General del instrumento

Rango de Evaluación	Nivel de Evaluación
0 – 30	Muy Deficiente
31 – 60	Deficiente
61 – 90	Regular
91 – 120	Bueno
121 – 150	Excelente

Fuente: Cálculo de total de preguntas x opciones de respuesta de Likert Datos recolectados por el autor

En la Tabla 23, se observa que el rango de calificación general del instrumento quedó en dos niveles de evaluación; correspondiente al nivel Bueno con un porcentaje del 66% para 33 participantes y el nivel Excelente con un porcentaje del 34% para 17 estudiantes

Tabla 23. Resultados de la valoración general del Instrumento

Valoración (Binned)					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Bueno	33	66%	66%	66%
	Excelente	17	34%	34%	100%
	Total	50	100%	100%	

Fuente: Cálculo de Frecuencia y Porcentaje en la calificación general de instrumento. SPSS Datos recolectados por el autor

En la Tabla 24, con respecto a la calificación general del instrumento, se destaca que los resultados del Grupo Experimental (GE) presentan un total de 11 estudiantes en el nivel Excelente que representan el 38% de la muestra, mientras que el Grupo Control (GC) solo presenta el 10%. En general los dos grupos se encuentran en niveles aceptables en el

desarrollo de habilidades del pensamiento computacional y creativo (PCC) para este experimento.

Tabla 24. Calificación general del instrumento por grupos

<b>TOTAL (Binned) * GRUPOS</b>				
		GRUPOS		Total
		Control	Experimental	
TOTAL (Binned)	Bueno	19	18	37
	Excelente	2	11	13
Total		21	29	50

Fuente: Cálculo por grupos GE y GC con la calificación general del instrumento. SPSS  
Datos recolectados por el autor

**Valoración del instrumento por cada una de las categorías.** Este proceso se realiza de manera general con los grupos participantes para determinar la frecuencia y porcentaje de la categoría con respecto a los Items asignados del instrumento y su correlación con el aspecto de funcionalidad.

En la Tabla 25, se observan los datos correspondientes a la primera categoría relacionada con las instrucciones, variable y operadores, con el fin de lograr determinar el comportamiento con los indicadores de identificación de patrones, uso de instrucciones, variables, secuencias y operadores, utilizados durante el taller de la construcción de un algoritmo.

Tabla 25. Primera Categoría para el comportamiento de las habilidades del PCC

<b>Categoría 1</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Items – Instrumento</b>	<b>Funcionalidad</b>
Instrucciones Variables y operadores	Identificación de patrones	1,2,3	Elementos utilizados por los estudiantes para la construcción de un algoritmo
	Uso de instrucciones	4,5,6	
	Variables	7,8,9,10	
	Secuencias	11,12,13	
	Operadores	14,15,16,17	

Fuente: Relación de la Primera categoría con la medición de los indicadores en la valoración del Test. SPSS  
Datos recolectados por el autor

Para lograr establecer un rango de valoración, se realiza un cálculo entre la cantidad de ítems del instrumento que hace parte de esta categoría por el número de opciones de respuesta, lo cual equivale a  $17 \times 5 = 85$ , donde 17 corresponde al valor mínimo y 85 al valor máximo con intervalos incrementados acorde al valor mínimo. En la Tabla 26, se visualizan los

intervalos generados en este proceso para lograr identificar los resultados obtenidos en esta categoría.

Tabla 26. Niveles de evaluación Categoría 1 del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC)

Rango de Evaluación	Nivel de Evaluación
0 – 17	Muy Deficiente
18 – 34	Deficiente
35 – 51	Regular
52 – 78	Bueno
79 – 85	Excelente

Fuente: Cálculo de total de preguntas x opciones de respuesta para la Categoría 1, del PCC. Datos recolectados por el autor

Se observa en la Tabla 27, que esta categoría únicamente estuvo en dos niveles el Regular con un 10% (5 participantes) y el nivel Bueno con un 90% (45 estudiantes). Lo cual permite establecer que los resultados son aceptables teniendo en cuenta que son estudiantes iniciales del curso de Algoritmos de Programación.

Tabla 27. Resultados de la categoría 1 del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC)

<b>*Categoría1_IVO (Binned)</b>					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Regular	5	10,0%	10,0%	10,0%
	Bueno	45	90,0%	90,0%	100,0%
	<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	

Nota: \*Categoría1\_IVO: Instrucciones, Variables y operadores. SPSS  
Datos recolectados por el autor

En la Tabla 28, se observan los datos correspondientes a la segunda categoría relacionada con Reutilización de códigos, con el fin de lograr determinar el comportamiento con los indicadores de Reuso y la detección de errores durante el taller de la construcción de un algoritmo.

Tabla 28. Segunda Categoría para el comportamiento de las habilidades del PCC

Categoría 2	Indicadores	Items – Instrumento	Funcionalidad
Reutilización de códigos	Reuso Detección de errores	18,19,20 21,22,26	Hace referencia a reutilizar el código para la creación de otros programas

Fuente: Relación de la Segunda categoría con la medición de los indicadores en la valoración del Test. SPSS  
Datos recolectados por el autor

Para lograr establecer un rango de valoración, se realiza un cálculo entre la cantidad de ítems del instrumento que hace parte de esta categoría por el número de opciones de respuesta, lo cual equivale a  $6 \times 5 = 30$ , donde 6 corresponde al valor mínimo y 30 al valor máximo con intervalos incrementados acorde al valor mínimo. En la Tabla 29, se visualizan los intervalos generados en este proceso para lograr identificar los resultados obtenidos en esta categoría.

Tabla 29. Niveles de evaluación Categoría 2 del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC)

Rango de Evaluación	Nivel de Evaluación
0 – 6	Muy Deficiente
7 – 12	Deficiente
13 – 18	Regular
19 – 24	Bueno
25 – 30	Excelente

Fuente: Cálculo de total de preguntas x opciones de respuesta para la Categoría 2, del PCC. Datos recolectados por el autor

Se observa en la Tabla 30, que esta categoría se clasificó en tres niveles de evaluación el Regular con un 26% (13 participantes); el nivel Bueno con un 14% (7 estudiantes); y el nivel Excelente con un 60% (30 estudiantes). Esto indica que la mayoría de los participantes reutilizan el código para nuevas tareas y logran detectar errores durante esta reutilización. Aunque es preciso reforzar con más ejercicios esta categoría para que los indicadores logren alcanzar su propósito en el desarrollo del PCC para la resolución de problemas.

Tabla 30. Resultados de la categoría 2 del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC)

<b>*Categoría2_RC (Binned)</b>					
		<b>Frequency</b>	<b>Percent</b>	<b>Valid Percent</b>	<b>Cumulative Percent</b>
Valid	Regular	13	26,0%	26,0%	26,0%
	Bueno	7	14,0%	14,0%	40,0%
	Excelente	30	60,0%	60,0%	100,0%
	<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	

Nota: \*Categoría2\_RC: Reutilización de Código, Variables y operadores. SPSS. Datos recolectados por el autor

Por último, en la Tabla 31 se observan los datos correspondientes a la tercera categoría del pensamiento computacional y creativo (PCC), relacionada con sus características, con el fin de

lograr determinar el comportamiento con los indicadores de abstracción, creatividad y trabajo colaborativo utilizados durante el taller de la construcción de un algoritmo.

Tabla 31. Tercera Categoría para el comportamiento de las habilidades del PCC

<b>Categoría 3</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Items – Instrumento</b>	<b>Funcionalidad</b>
Características	Abstracción Creatividad y trabajo colaborativo	23,24,25 27,28,29,30	Elementos relevantes del PCC

Fuente: Relación de la Tercera categoría con la medición de los indicadores en la valoración del Test. SPSS  
Datos recolectados por el autor

Para lograr establecer un rango de valoración, se realiza un cálculo entre la cantidad de ítems del instrumento que hace parte de esta categoría por el número de opciones de respuesta, lo cual equivale a  $7 \times 5 = 35$ , donde 6 corresponde al valor mínimo y 35 al valor máximo con intervalos incrementados acorde al valor mínimo. En la Tabla 32, se visualiza los intervalos generados en este proceso para lograr identificar los resultados obtenidos en esta categoría.

Tabla 32. Niveles de evaluación Categoría 3 del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC)

<b>Rango de Evaluación</b>	<b>Nivel de Evaluación</b>
0 – 6	Muy Deficiente
7 – 14	Deficiente
15 – 21	Regular
22 – 28	Bueno
29 – 35	Excelente

Fuente: Cálculo de total de preguntas x opciones de respuesta para la Categoría 3, del PCC. Datos recolectados por el autor

Se observa en la Tabla 33, que esta categoría se clasificó en tres niveles de evaluación el Regular con un 2% (1 estudiantes); el nivel Bueno con un 42% (21 estudiantes); y el nivel Excelente con 56% (28 estudiantes). Se concluye que la gran mayoría de los participantes identifican el proceso de abstracción, creatividad y trabajo colaborativo en el momento de resolver un problema específico, lo cual es relevante como habilidad en el desarrollo del PCC.

Tabla 33. Resultados de las categorías del Pensamiento Computacional y Creativo (PCC)

<b>*Categoría3 C (Binned)</b>					
		<b>Frequency</b>	<b>Percent</b>	<b>Valid Percent</b>	<b>Cumulative Percent</b>
Valid	Regular	1	2,0%	2,0%	2,0%
	Bueno	21	42,0%	42,0%	44,0%

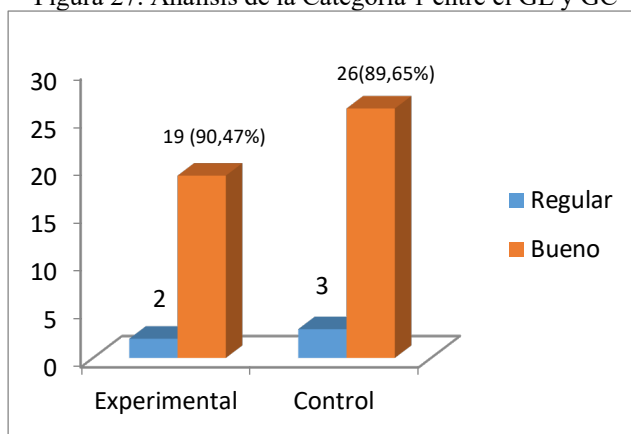
*Categoria3_C (Binned)					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
	Excelente	28	56,0%	56,0%	100,0%
	<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	

Nota: \*Categoria3\_C: Características. SPSS. Datos recolectados por el autor

### Análisis de frecuencias por los grupos participantes: Grupo Experimental y Grupo Control

En la figura 27, se observa que para la categoría 1 (Instrucciones, variables y operadores) en el grupo experimental (GE) y en el grupo control (GC) los datos del nivel Bueno son similares de 90.47 % y 89.65% respectivamente, lo cual indica que las habilidades en el desarrollo del pensamiento computacional y creativo (PCC) han sido alcanzadas en alto grado para los indicadores de: identificar patrones, el uso de las instrucciones, manejo de las variables, secuencias y operadores durante los talleres desarrollado en el laboratorio.

Figura 27. Análisis de la Categoría 1 entre el GE y GC



Fuente: Cálculo de la Frecuencia y porcentaje por el GE y GC para la Categoría 1 PCC. SPSS. Datos recolectados por el autor

En esta categoría se resaltan los resultados obtenidos en el indicador de Identificación de Patrones, como se observa en la Tabla 34, ubicado en cuatro niveles de evaluación, en donde se observa un comportamiento similar entre los dos grupos en el nivel de bueno, sin embargo los resultados son mejores en el grupo experimental.

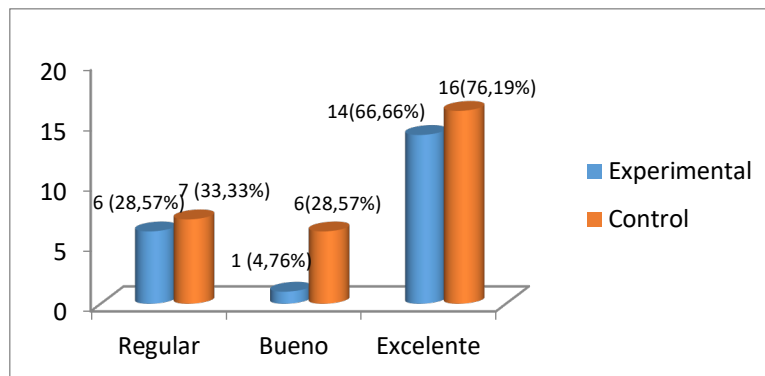
Tabla 34. Identificador de Patrones del grupo experimental y grupo control

Identificador_Patrones_Categoría 1 (Binned)		GRUPOS		Total
		Control	Experimental	
Niveles de Evaluación	(4 – 6) Deficiente	4	1	5
	(7 – 9) Regular	6	7	13
	(10 - 12) Bueno	10	20	30
	(13 - 15) Excelente	1	1	2
<b>Total</b>		<b>21</b>	<b>29</b>	<b>50</b>

Nota: Calificación indicador de patrones en la Categoría 1. PSS. Datos recolectados por el autor

Para la Categoría 2 (Reutilización del código) en el grupo experimental (GE) y en el grupo control (GC), se observa en la figura 28 que la participación de los dos grupos en el nivel bueno es similar, pero la diferencia marcada se ve en los resultados del nivel Regular para el grupo control.

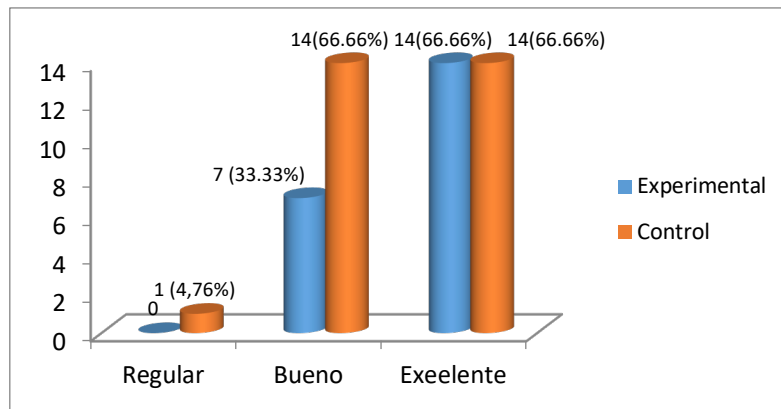
Figura 28. Análisis de la Categoría 2 entre el GE y GC



Fuente: Cálculo de la Frecuencia y porcentaje por el GE y GC para la Categoría 2 PCC. SPSS. Datos recolectados por el autor

En la figura 29, con respecto a la categoría 3 (Características) se resaltan los mejores puntajes obtenidos por el grupo control, en cuanto a la habilidad para comprender lo abstracto, la creatividad y sobre todo trabajar en equipo.

Figura 29. Análisis de la Categoría 3 entre el GE y GC



Fuente: Cálculo de la Frecuencia y porcentaje por el GE y GC para la Categoría 3 PCC. SPSS. Datos recolectados por el autor

Varios estudiantes de ambos grupos, en referencia al desarrollo de las categorías del pensamiento computacional y creativo (PCC), han alcanzado niveles de excelencia: que tiene en cuenta el manejo ordenado de instrucciones, su uso, claridad y selección para la toma de decisiones, al igual que el proceso de abstracción, creatividad y trabajo colaborativo, sin embargo cabe destacar la diferencia obtenida en las frecuencia de la categoría bueno a favor del grupo control (GC).

#### 4.6 Presentación de la propuesta metodológica

Partiendo de las estrategias que se utilizaron para lograr medir algunos aspectos del pensamiento críticos y reconocer las habilidades del pensamiento computacional y creativo en los grupos participantes, se procede a presentar un diseño de la propuesta metodológica por medio de la *Dimensión Creativa* centrada en el estudiante inicial del curso de Algoritmos de Programación, para que adquiriera conocimiento integrado, estructurado y desarrolle habilidades para la solución de problemas en situaciones reales, dando respuesta a la pregunta de investigación de este estudio.

Es importante tener presente que el esquema de la *Dimensión Creativa* se basa en el pensamiento crítico (PC) y en el pensamiento computacional y creativo (PCC) al igual que en los ejes metodológicos implementados para tal fin. En la Tabla 35, se observa que los resultados obtenidos en el experimento fueron pieza clave para el diligenciamiento completo

de los elementos fundamentales de esta dimensión creativa como variable dependiente del estudio.

Tabla 35. Esquema de la Dimensión Creativa como aporte a la propuesta metodológica

		EJES METODOLÓGICOS Y DE VALORACIÓN			
		Inteligencia lógica matemática	Experiencias-Lecciones Aprendidas	Entornos Gráficos - Objetos e imágenes	Situaciones Reales - Hechos Acontecidos
Dimensión Creativa	Aspectos Relevantes del Aprendizaje				
	Pensamiento Crítico	Problemas aritméticos que permiten la lectura crítica, la argumentación y la realimentación.	Problemas de razonamiento mecánico, razonamiento abstracto, cálculo mental	Problemas de interpretación gráfica.	Problemas del contexto real de orden informático.
	Pensamiento Computacional	Abstracción de la interacción hombre máquina, comunicación escrita, lógica matemática, características de las máquinas.	Manejo de la WEB para la búsqueda de material de estudio.	Construcción de diagramas de flujo.	Construcción de programas. Reutilización de código
	Pensamiento Creativo	Creación de algoritmos en pseudo-código	Aplicación de dinámicas en salón de clase para resolución de problemas en equipo.	Utilización de herramientas digitales para resolver algoritmos.	Creación de juegos tipo maratón de programación para buscar la mejor y más rápida solución.
		<b>Paso 1</b>	<b>Paso 2</b>	<b>Paso 3</b>	<b>Paso 4</b>

Fuente: autor

La metodología propuesta, busca involucrar al estudiante de manera consciente en todo el proceso de aprendizaje del curso inicial de algoritmos de programación, en aspectos relevante como la formulación de problemas a través de un razonamiento del pensamiento crítico (PC) acompañado de la habilidad del desarrollo del pensamiento computacional y creativo (PCC).

Con esta metodología se logra establecer la relación entre la variable independiente del estudio que es el rendimiento académico, lo que le implica al estudiante el desarrollo del pensamiento computacional y creativo (PCC) para interpretar el planteamiento de una situación real y lograr establecer variables de relación hasta encontrar la solución adecuada.

Esta relación de la resolución de problemas (Variable Independiente) con los componentes relevantes de la dimensión creativa (Variable Dependiente) son abordados mediante la heurística de resolución de problemas propuestos por G. Polya, 2004 y el uso de la taxonomía de los objetivos propuestos (Bloom 1956; Cross, 2007). Se ha involucrado el término heurística por Polya para esta propuesta ya que permite establecer una serie de pasos y preguntas pendientes para ir organizando y analizando el planteamiento de un problema, con el propósito de una solución al mismo; y el uso taxonómico desde el avance gradual del conocimiento conceptual, la comprensión, la aplicación, el análisis, la síntesis para ser capaz de evaluar diferentes requerimientos y solucionarlos a partir de los aspectos relevantes expuestos en la Tabla 35 del esquema de la *Dimensión Creativa* como aporte a la metodología propuesta.

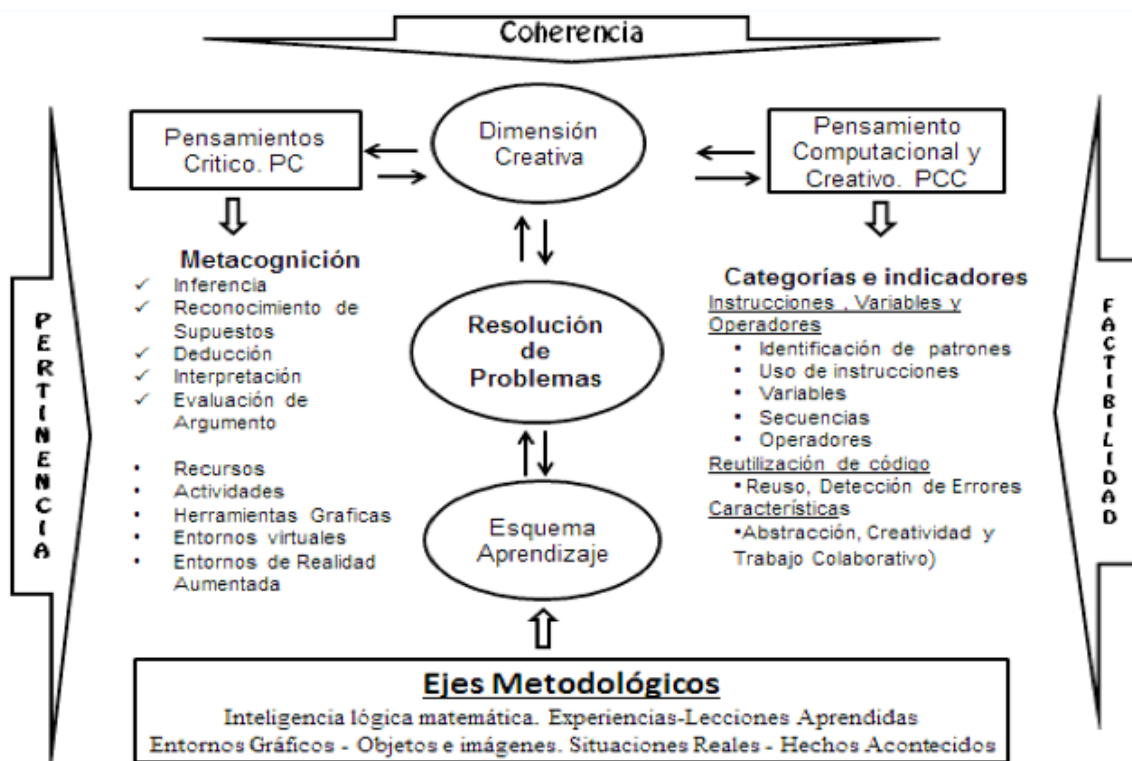
#### **4.6.1. Esquema de las Estrategias para la presentación de la propuesta metodológica**

La estructura de la propuesta metodológica de esta investigación estuvo acompañada de una serie de estrategias las cuales se pueden observar en el Anexo 8, centradas en el estudiante con el fin de dar respuesta a la pregunta de investigación.

Desde la *Dimensión Creativa* se inicia con el siguiente interrogante ¿cuáles estrategias conforman una propuesta metodológica que centrada en las capacidades del estudiante, propende por el desarrollo de habilidades y la integración de conocimientos para la solución de problemas en el curso de algoritmos de programación?, enfocadas desde el desarrollo del pensamiento crítico, computacional y creativo del estudiante en el aula y relacionadas con los objetivos, acciones, actividades (tareas) y criterios de evaluación, a fin de lograr el acompañamiento permanente del docente y la flexibilidad en la presentación de soluciones a los problemas planteados en situaciones reales.

Esta propuesta metodológica tiene como fin garantizar un aprendizaje centrado en el estudiante del curso de algoritmos de programación, para la resolución de problemas simples hasta llegar a problemas de alta complejidad, donde se relaciona la capacidad de abstracción en su dimensión creativa desde los pensamientos, sus ejes metodológicos, fortalecidos de las estrategias señaladas en la Tabla 35, con el apoyo de algunos recursos, actividades y entorno gráfico.

Figura 30. Estructura de la propuesta metodológica



Fuente: autor

En la Figura 30, se observa la estructura de la *propuesta metodológica* centrada en el estudiante, para que adquiera conocimientos integrados, estructurados y desarrolle habilidad para la solución de problemas en situaciones reales en el curso inicial de algoritmos de programación, donde se resalta la *Dimensión Creativa* desde el pensamiento crítico, pensamiento Computacional y Creativo con cada una de sus categorías e indicadores para lograr las habilidades en los estudiantes. Acompañada de un esquema de aprendizaje por medio de elementos fundamentales como los recursos, actividades, entornos y herramientas tecnológicas e informáticas en el aula, todo esto relacionado con los ejes metodológicos desde del conocimiento individual y grupal como aspectos fundamentales como son: Inteligencia lógica matemática, Experiencias-lecciones aprendidas, Entornos gráficos - objetos e imágenes. Situaciones reales - hechos acontecidos.

## 5. CONCLUSIONES

El conjunto de los instrumentos aplicados en el experimento de esta investigación, permitió diagnosticar debilidades y fortalezas que los estudiantes del curso inicial de *Algoritmos de Programación* están presentando en el aula, debilidades en el pensamiento crítico (PC) como: No identificar una proposición falsa o verdadera según el contexto, no relacionar acciones acordes a las argumentaciones presentadas en un contexto de inferencia (falso o verdadero), no reconocer una afirmación a través de una serie de conceptos entre otros.

Sin embargo, se encontraron algunas fortalezas reconocidas en las habilidades de desarrollo del pensamiento computacional y creativo (PCC) como distinguir el grupo de variables y la aplicación de operadores para identificar posibles soluciones a los problemas planteados, lograr trabajar en equipo colaborativo, identificar situaciones para lograr realizar código y detectar errores en una situación similar a resolver. Lo anterior permitió establecer algunos componentes fundamentales de apoyo a la *dimensión creativa* en sus ejes metodológicos.

En el proceso de lograr medir el desarrollo del pensamiento crítico (PC), se adaptaron algunas preguntas de la prueba Watson y Glaser, generando un índice de Cronbach del 0.891%, además con el apoyo de un grupo de expertos se organizaron los datos para presentar los resultados obtenidos en cada categoría, que fueron: Inferencia [IF]= 58% (29) ; Reconocimiento de Supuestos [RS]= 46% (23); Deducción [DE]=48% (24); Interpretación [IN]= 56% (28); y por ultimo Evaluación Argumento [EA]= 46% (23), lo cual es positivo ya que aproximadamente la mitad de los participantes se identifican con estas categorías, para lograr desarrollar sus habilidades metacognitivas en el PC, por lo tanto se decidió que estas categorías fueran parte de la *propuesta metodológica* del estudio.

Los resultados del cuestionario Test aplicado a los participantes, permitieron concluir que:

- El nivel de desarrollo del pensamiento computacional y creativo (PCC), que consideran poseer los estudiantes y el nivel que demuestran al resolver problemas son muy similares, esto fue comprobado al comparar los resultados obtenidos del instrumento del Pre-Test.

- Los estudiantes del grupo experimental (GE) presentan mayores habilidades en el momento de resolver un problema a través del reconocimiento de patrones, manejo de variables, abstracción de objetos y trabajo colaborativo, teniendo en cuenta que los resultados de este grupo en el nivel de Excelente es del 44%, mientras que los resultados del GC fue del 24%.

Con el desarrollo de esta investigación se logra presentar una propuesta de enseñanza-aprendizaje para el curso de *algoritmos de programación* formulada a partir de cuatro (4) ejes metodológicos (Inteligencia lógica matemática; Experiencias - Lecciones Aprendidas; Entornos Gráficos - Objetos e imágenes; Situaciones Reales - Hechos Acontecidos) y que define una dimensión creativa como núcleo del aprendizaje en el desarrollo del pensamiento crítico, computacional y creativo para la resolución de problemas.

La propuesta metodológica presentada en esta investigación, debido a los resultados encontrados en el experimento se convierte en una herramienta base que guie a los docentes a su desarrollo y utilización, para formar en el estudiante inicial del curso de *Algoritmos de Programación* un pensamiento abierto, reflexivo y de mucho interés por aprender y desarrollar competencias interpersonales en el momento del planteamiento de un problema específico y su respectiva solución.

Además, también se debe revisar las edades de estudiantes ya que son propicias para motivar e incentivar la exploración de formas de aprender, por ende es recomendable establecer una relación directa entre la metodológica propuesta (herramienta) y el desarrollo cognoscitivo visto desde la pedagogía.

Finalmente, en cuanto a la divulgación de la investigación se presentará un informe donde se dé razón de los hallazgos encontrados en el proceso realizado, así mismo, durante una jornada pedagógica en una de las instituciones participantes, se socializará el proyecto, y en él los resultados, hallazgos y recomendaciones encontradas.

## 6. TRABAJOS FUTUROS

Frente a la prospectiva de esta investigación se propone a las instituciones de educación superior participantes, realizar una reflexión en relación a la finalidad que tiene esta *propuesta metodológica* como material didáctico de apoyo a la malla curricular del programa de Ingeniería de Sistemas para los estudiantes iniciales del curso de Algoritmos de Programación; donde las actividades estén relacionadas con elementos, objeto, imágenes, entre otros con casos de estudio y situaciones específicas, donde ellos logren quedar inmerso en un ambiente de aprendizaje abierto y motivacional, comprobando que el contenido de esta *propuesta metodológica* favorece el aprendizaje de los estudiantes con el acompañamiento del docente, pudiendo ser articulada en otras asignaturas de la línea de programación.

Además se invita a los estudiantes de maestría, doctorado o a los grupos de investigación a continuar en esta línea de enseñanza-aprendizaje a través de material didáctico que desarrolle el pensamiento crítico, computacional y creativo de los estudiantes del curso inicial de *Algoritmos de Programación*, a través de la construcción de esta *propuesta metodológica* con el uso de software dinámico y herramientas multimediales con enfoque 3D / 4D.

## 7. REFERENCIAS

- Andonegui. (2004). Desarrollo del pensamiento lógico. UNIANDES.  
<http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/1731>
- Barberá E., Badía A. (2004). "Educar con aulas virtuales. Orientaciones para la innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje". Editorial A. Machado Libros. Madrid. España.
- Baño Pazmiño, J.A. (2015). Estrategias metodológicas en el proceso lógico - matemático. Babahoyo: UNIANDES. <http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/1731>
- Bernal, A. (2006). Metodología de la investigación. Para Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. México: Pearson Educación.
- Boisvert, J. (2004). *La información del pensamiento crítico. Teoría y práctica*. Trad. de Ricardo Rubio. México, FCE.
- Cantador, I. (2015). La competición como mecánica de Gamificación en el aula: Una experiencia aplicando aprendizaje basado en problemas y aprendizaje cooperativo.
- Cáceres, et al (2011). Efecto de un modelo de metodología centrada en el aprendizaje, sobre el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y la capacidad de resolución de

problemas en estudiantes con talento académico. *Revista española de pedagogía*. Año LXIX, No. 248, enero-abril 2011, 39-56.

Castillo, A. S., Berenguer, I. A., Sánchez, A. G., & Fernández, Y. T. (2013). Lógica, algorítmica para la resolución de problemas de programación computacional: una propuesta didáctica. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, (1), 57-76.

Cifuentes, R. (2011). Diseño de proyectos de investigación mixta. Buenos Aires: Noveduc.

College López, Germán. (2011). Empleo de Metodologías Activas de Enseñanza para el aprendizaje de la química. *Revista de enseñanza Universitaria*, (37), 13-22. Martí,

CSTA and ISTE (2011). Computational Thinking Leadership Toolkit, first edition 2011. Computer Science Teachers Association (CSTA) and International Society for Technology in Education (ISTE). Recuperado 2 de Junio de 2015, de <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>

De Lobos, M. E. (2010). Aprende a programar. Disponible en: [Consultado: febrero, 24 de 2011] <http://www.mailxmail.com/curso-aprende-programar/tipos-estructuras-Programacion-estructuras-basicas-secuencial>

De la Fuente, H. A., & García, A. P. (2017). Evaluación del pensamiento computacional en educación. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 3, 25-39.

Exebio C. (2007). Programa de Estadística Basado en el Razonamiento Lógico Inferencial para Incrementar el Rendimiento Académico y Nivel de Pensamiento Crítico en los Estudiantes de la Escuela de Administración de la Universidad Privada Antenor Orrego. Tesis doctoral. Universidad Antenor Orrego. Trujillo Perú

Facione, P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante?. *Insight Assessment*, 1-22, Recuperado de: [http://www.revistadirectordeescuela.mx/images/CURSO%20DE%20LENGUAJE/PENSA\\_MIENTO-CRITICO-FACIONE.pdf](http://www.revistadirectordeescuela.mx/images/CURSO%20DE%20LENGUAJE/PENSA_MIENTO-CRITICO-FACIONE.pdf)

Faouzia, B y Mostafa, H. (2007). Utilisation des NTICs pour l'apprentissage et l'autoévaluation de l'algorithme. SETIT 2007, 4th International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications. TUNISIA, Marzo 25 - 29, 2007.

FERREIRA, A. y ROJO, G. (2005). Enseñanza de la programación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Vol. 1. (1): 4.

Florián, L. (2014). *El aprendizaje basado en problemas multidimensional como propuesta para el desarrollo del pensamiento crítico, en los estudiantes de medicina de la Universidad Privada Cesar Vallejo*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

- González, W., Estrada, V. y Martínez, M. (2006). Contribución al desarrollo de la creatividad a través de la enseñanza de la programación. *Revista digital Pedagogía Universitaria*. Vol 9. No.3. Disponible en: <http://169.158.24.166/texts/pd/1894/04/3/189404308.pdf> [Consultado el 12 de mayo de 2010]
- Guevara, N. O., Suárez, J. R., & Díaz, N. (2018). La neurociencia en el aprendizaje de los algoritmos de programación. *Escenarios educativos latinoamericanos. Una mirada desde las universidades*, 102. Sello editorial REDEM: Red Educativa Mundial. Cuba. <http://www.reed-edu.org/wp-content/uploads/2018/10/Libro-REED-2018.pdf>
- Guibert, N., Guittet, L. y Girard, P. (2005). A study of the efficiency of an alternative programming paradigm to teach the basics of programming. Disponible en: <http://www.lisi.ensma.fr/fr/equipements/publications.html> [Consultado el 10 de enero de 2012]
- Kaasboll, J. (2002). *Learning Programming*. University of Oslo, 2002
- Martínez, Y. (2005). En busca de una nueva forma de enseñar a programar. Investigación bibliográfica. Disponible en:
- Gutiérrez S. (2006), *Lógica. Conceptos Fundamentales*. México: Editorial Esfinge.
- Hernández Franco, C. (2010). “Ecosistemas Tecnológicos” del Alumnado y Evaluación 2.0” .Departamento de Comunicaciones, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Jornadas de Innovación. Consultado el 10 de Noviembre de 2012 desde: [http://www.dcomg.upv.es/~chernan/jornadas\\_innovacion/Articulos/Carlos%20Hernandez%20Franco%20-%20EAA%20-%20Jornadas%20de%20Innovacion%202009.pdf](http://www.dcomg.upv.es/~chernan/jornadas_innovacion/Articulos/Carlos%20Hernandez%20Franco%20-%20EAA%20-%20Jornadas%20de%20Innovacion%202009.pdf)
- Institución de Educación Superior. IES-A (2015). *Temario de Fundamentos de Programación*. Bogotá, Colombia.
- Institución de Educación Superior. IES-B (2016). *Temario de Algoritmos de Programación*. Bogotá, Colombia.
- Jensen, Eric. 2004. *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Madrid. Narcea.
- Bertha Marlén Velásquez, Nahyr Remolina de Cleves y María Graciela Calle *La creatividad como práctica para el desarrollo del cerebro total* 338 Tabula Rasa. Bogotá - Colombia, No.13: 321-338, julio-diciembre 2010 ISSN 1794-2489
- Kyu Han Koh (2014). *Computational Thinking Pattern Analysis: a Phenomenological Approach to Compute*. Phd thesis, University of Colorado. 4, 23
- Juan Carlos Olabe, Xabier Basogain, Miguel Ángel Olabe, Inmaculada Maíz, and Carlos Castaño (2014). Solving math and science problems in the real world with a computational mind. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 3(2):72–78, 4, 23
- Lizarazo, C.T. (2015). *Preocupante déficit de ingenieros en Colombia*. Editorial Planeta. Bogotá, Colombia.

- Macedo Dávila, A. (2018). Pensamiento crítico y rendimiento académico en los ingresantes del curso de Estadística I en la Facultad de Ingeniería Económica, Estadística y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Ingeniería-2017.
- Magno, C. (2010). The role of metacognitive skills in developing critical thinking. *Metacognition & Learning*, 5 (2), 137-156. doi:10.1007/s11409-010-9054-4
- Mayer, Richard. (2004). should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59(1),14-19.
- Malamitsa, K., Kokkotas, P., y Kasoutas, M. (2008). Graph/Chart Interpretation and Reading Comprehension as Critical Thinking Skills. *Science Education International*, 19 (4), 371-384. Recuperado de <http://0-web.a.ebscohost.com/millennium.itesm.mx/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=73243453-2f14-4a21-a84a-82eb45bae493%40sessionmgr4005&vid=2&hid=4109>
- Morduchowicz R. (2008). “La generación multimedia”. Paidós: Voces de la Educación. Buenos Aires. Argentina.
- Moroni, Norma y Señas, Perla. (2005) Estrategias para la enseñanza de la programación. JEITICS.
- Polya G. (2004). How to Solve It. Princeton Science Library Edition
- Polya, G. (1973). How to solve it: A new aspect of mathematical method (2nd ed.). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Romo, M. 2005. Creatividad como un sistema caótico. Madrid: Universidad Autónoma.
- Stemberg, R. 1997. La creatividad en una cultura conformista. Madrid: Editorial Paidós.
- Vigostky, L. 1981. Pensamiento y lenguaje. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- SALGADO CASTILLO, A. (2013) Lógica algorítmica para la resolución de problemas de programación computacional: una propuesta didáctica. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*. Vol. IV. (1): 64-69.
- Samper, J. d. (2006). Los Modelos Pedagógicos, hacia una pedagogía dialogante
- SNIES. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. (2017). Bogotá, Colombia. <https://www.mineducacion.gov.co/sistemasinfo/Informacion-a-la-mano/212400:Estadisticas>
- Trejos Buriticá, O. (2013). Significado y Competencias. Pereira: Papiro.
- Tristán-López, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. *Avances en Medición*, 6, 37-48.
- UNESCO. (2013). Datos mundiales de educación. Ginebra, Suiza, UNESCO Oficina Internacional de Educación, se puede acceder en

<http://www.ibe.unesco.org/es/servicios/documentos-en-linea/datos-mundialesde-educacion.html>.

UNESCO. (2010). *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development*. Paris: UNESCO

Valencia, D. (2010). Crisis y futuro de la ingeniería. *Revista Ingeniería y Competitividad*, 2(2), 63-68.

Wing, J.M. (2006). Computational Thinking. It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. COMMUNICATIONS OF THE ACM /Vol. 49, No. 3. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>

Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—what and why? *The Link Magazine, Spring*. Carnegie Mellon University, Pittsburgh. Recuperado 2 de Junio de 2015, de <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

Xabier Basogain, Miguel Ángel Olabe y Juan Carlos Olabe (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. RED-Revista de Educación a Distancia, 46(6). DOI: 10.6018/red/46/6 <http://www.um.es/ead/red/46/Basogain.pdf>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Resumen Analítico Educativo (RAE)

RAE	
Tipo de documento	Trabajo de maestría/tesis de maestría
Tipo de impresión	Digital
Nivel de circulación	Público
Título del documento	ENSEÑANZA DE LOS ALGORITMOS DE PROGRAMACIÓN EN ESTUDIANTES INICIALES DE INGENIERIA A TRAVÉS DE LA DIMENSIÓN CREATIVA
Autores	Javier Augusto Ríos Suárez
Asesores de trabajo de grado	HUMBERTO SANCHEZ RUEDA
Lugar de la investigación	Bogotá
Palabras clave	Enseñanza y aprendizaje, experimento, pruebas, pensamiento, rendimiento académico, resolución de problemas.
Pregunta orientadora	¿Cuáles son las estrategias para presentar una propuesta metodológica que centrada en las capacidades del estudiante, propenda por el desarrollo de habilidades y la integración de conocimientos para la solución de problemas en el curso inicial de algoritmos de programación en Ingeniería de Sistemas?
Metodología	<p>El enfoque de la investigación es mixto (cuantitativo/cualitativo), donde se parte de una propuesta metodológica fundamentada en la dimensión creativa para el ámbito de la enseñanza y aprendizaje del curso inicial de <i>algoritmos de programación</i> en los estudiantes del programa de ingeniería de sistemas. Esta propuesta se fundamenta en el <i>pensamiento crítico, computacional y creativo</i> para la resolución de problemas y se considera el factor correlacional estadístico como elemento fundamenta en el proceso cuantitativo y el comportamiento de sujetos del estudio en el cualitativo, conformados a fin de dar respuesta a la pregunta de investigación del estudio (Hernández et. al., 2014).</p> <p>El tipo de estudio se enmarca dentro de un nivel estudio descriptivo correlacional-explicativo de corte experimental, donde los datos se recogerán en un único momento en el tiempo y se reconocerá la correlación que existe entre dos variables, la del <i>rendimiento académico</i> y la <i>dimensión creativa</i> en el enfoque del pensamiento crítico, computacional y creativo. Este tipo de investigación descriptivo correlacional-explicativo es importante para la investigación puesto que tiene como objetivo narrar, reseñar o identificar situaciones, rasgos y características de un objeto de estudio acorde a su correlación (Bernal, 2006).</p> <p>El propósito de esta propuesta, es lograr que los estudiantes relacionen sus pensamientos con creatividad-emotiva en historias narradas, en objetos de estudio, casos de éxito, ejercicios prácticos y videoclips ente otros. La idea es fundamentar la reflexión en estos estudiantes sobre cómo operar un planteamiento del problema desde un conjunto de actividades que los lleven a conseguir de manera clara y precisa el conjunto de soluciones apropiadas de forma <i>crítica, computacional y creativa</i> en reflexiones y aprendizajes para el mejoramiento de las prácticas educativas (Cifuentes, 2011) es decir, la investigación tendrá la tarea de explorar o escudriñar sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje desde esta <i>Dimensión Creativa</i> (pensamientos), permitiendo hallar nuevas reflexiones y enseñanzas.</p>
Resumen	Esta investigación hace parte de la línea de educación de la maestría de la Universidad Santo Tomás. Su objetivo es diseñar una propuesta metodológica definida en una dimensión creativa que desarrolle el pensamiento crítico, computacional y creativo en estudiantes iniciales del curso de algoritmos de programación en Ingeniería de Sistemas.

	<p>La metodología se desarrolló bajo un enfoque mixto (cuantitativo /cualitativo) a través de un estudio descriptivo-correlacional explicativo de corte experimental con la relación de dos variables: <i>rendimiento académico</i> y la <i>dimensión creativa</i> en el enfoque del pensamiento crítico, computacional y creativo. La población estuvo representada por dos universidades privadas de la ciudad de Bogotá llamada IES_A / IES_B, a la cual se le aplicó una muestra simple aleatoria estratificada para conocer los participantes en cada institución, donde fueron presentados a una encuesta cerrada a través del método de Likert para caracterizar y conocer dicha muestra.</p> <p>Con base en los resultados anteriores, la muestra se divide en dos grupos llamados grupo control (GC) y grupo experimental (GE) dando inicio así a un diseño experimental para construir la dimensión creativa que conformará la propuesta metodológica de la investigación. Con el apoyo de una prueba de Watson Glaser y de un test de habilidades computacionales y creativas enfocado en: Identificación de patrones; Uso de instrucciones, variables; Secuencias y operadores; Reuso, detección de errores, abstracción, creatividad y trabajo colaborativo.</p> <p>Como resultado de la investigación, se presentan los hallazgos y conclusiones sobre la propuesta metodológica con el apoyo de la <i>Dimensión Creativa</i> como aspecto relevante en el proceso de aprendizaje, donde se hace especial atención al desarrollo del pensamiento crítico, creativo y computacional en la formación integral de todo ser humano.</p>
Reflexiones finales	<p>Frente a la prospectiva de esta investigación se propone a las instituciones de educación superior participantes, realizar una reflexión en relación a la finalidad que tiene esta <i>propuesta metodológica</i> como material didáctico de apoyo a la malla curricular del programa de Ingeniería de Sistemas para los estudiantes iniciales del curso de Algoritmos de Programación; donde las actividades estén relacionadas con elementos, objeto, imágenes, entre otros con casos de estudio y situaciones específicas, donde ellos logren quedar inmerso en un ambiente de aprendizaje abierto y motivacional, comprobando que el contenido de esta <i>propuesta metodológica</i> favorece el aprendizaje de los estudiantes con el acompañamiento del docente, pudiendo ser articulada en otras asignaturas de la línea de programación.</p> <p>Además se invita a los estudiantes de maestría, doctorado o a los grupos de investigación a continuar en esta línea de enseñanza-aprendizaje a través de material didáctico que desarrolle el pensamiento crítico, computacional y creativo de los estudiantes del curso inicial de <i>Algoritmos de Programación</i>, a través de la construcción de esta <i>propuesta metodológica</i> con el uso de software dinámico y herramientas multimediales con enfoque 3D / 4D.</p>
Referencias	<p>Andonegui. (2004). Desarrollo del pensamiento lógico. UNIANDES. <a href="http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/1731">http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/1731</a></p> <p>Barberá E., Badia A. (2004). "Educar con aulas virtuales. Orientaciones para la innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje". Editorial A. Machado Libros. Madrid. España.</p> <p>Baño Pazmiño, J.A. (2015). Estrategias metodológicas en el proceso lógico - matemático. Babahoyo: UNIANDES. <a href="http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/1731">http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/1731</a></p> <p>Bernal, A. (2006). Metodología de la investigación. Para Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. México: Pearson Educación.</p> <p>Boisvert, J. (2004). <i>La información del pensamiento crítico. Teoría y práctica</i>. Trad. de Ricardo Rubio. México, FCE.</p> <p>Cantador, I. (2015). La competición como mecánica de Gamificación en el aula: Una experiencia aplicando aprendizaje basado en problemas y aprendizaje</p>

	<p>cooperativo.</p> <p>Cáceres, et al (2011). Efecto de un modelo de metodología centrada en el aprendizaje, sobre el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y la capacidad de resolución de problemas en estudiantes con talento académico. <i>Revista española de pedagogía</i>. Año LXIX, No. 248, enero-abril 2011, 39-56.</p> <p>Castillo, A. S., Berenguer, I. A., Sánchez, A. G., &amp; Fernández, Y. T. (2013). Lógica, algorítmica para la resolución de problemas de programación computacional: una propuesta didáctica. <i>Didasc@lia: Didáctica y Educación</i>, (1), 57-76.</p> <p>Cifuentes, R. (2011). Diseño de proyectos de investigación mixta. Buenos Aires: Noveduc.</p> <p>College López, Germán. (2011). Empleo de Metodologías Activas de Enseñanza para el aprendizaje de la química. <i>Revista de enseñanza Universitaria</i>, (37),13-22.Martí,</p> <p>CSTA and ISTE (2011). Computational Thinking Leadership Toolkit, first edition 2011. Computer Science Teachers Association (CSTA) and International Society for Technology in Education (ISTE). Recuperado 2 de Junio de 2015, de <a href="http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4">http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4</a></p> <p>De Lobos, M. E. (2010). Aprende a programar. Disponible en: [Consultado: febrero, 24 de 2011] <a href="http://www.mailxmail.com/curso-aprende-programar/tipos-estructuras-Programacion-estructuras-basicas-secuencial">http://www.mailxmail.com/curso-aprende-programar/tipos-estructuras-Programacion-estructuras-basicas-secuencial</a></p> <p>De la Fuente, H. A., &amp; García, A. P. (2017). Evaluación del pensamiento computacional en educación. <i>Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa</i>, 3, 25-39.</p> <p>Exebio C. (2007). Programa de Estadística Basado en el Razonamiento Lógico Inferencial para Incrementar el Rendimiento Académico y Nivel de Pensamiento Crítico en los Estudiantes de la Escuela de Administración de la Universidad Privada Antenor Orrego. Tesis doctoral. Universidad Antenor Orrego. Trujillo Perú</p> <p>Facione, P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante?. <i>Insight Assessment</i>, 1-22, Recuperado de: <a href="http://www.revistadirectordeescuela.mx/images/CURSO%20DE%20LENGUAJE/PENSAMIENTO-CRITICO-FACIONE.pdf">http://www.revistadirectordeescuela.mx/images/CURSO%20DE%20LENGUAJE/PENSAMIENTO-CRITICO-FACIONE.pdf</a></p> <p>Faouzia, B y Mostafa, H. (2007). Utilisation des NTICs pour l'apprentissage et l'autoévaluation de l'algorithme. SETIT 2007, 4th International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications. TUNISIA, Marzo 25 - 29, 2007.</p> <p>FERREIRA, A. y ROJO, G. (2005). Enseñanza de la programación. <i>Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología</i>. Vol. 1. (1): 4.</p> <p>Florián, L. (2014). <i>El aprendizaje basado en problemas multidimensional como propuesta para el desarrollo del pensamiento crítico, en los estudiantes de medicina de la Universidad Privada Cesar Vallejo</i>. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú.</p> <p>González, W., Estrada, V. y Martínez, M. (2006). Contribución al desarrollo de la creatividad a través de la enseñanza de la programación. <i>Revista digital Pedagogía Universitaria</i>. Vol 9. No.3. Disponible en: <a href="http://169.158.24.166/texts/pd/1894/04/3/189404308.pdf">http://169.158.24.166/texts/pd/1894/04/3/189404308.pdf</a> [Consultado el 12 de mayo de 2010]</p> <p>Guevara, N. O., Suárez, J. R., &amp; Díaz, N. (2018). La neurociencia en el aprendizaje de los algoritmos de programación. <i>Escenarios educativos latinoamericanos. Una mirada desde las universidades</i>, 102. Sello editorial REDEM: Red Educativa Mundial. Cuba. <a href="http://www.reed-edu.org/wp-content/uploads/2018/10/Libro-REED-2018.pdf">http://www.reed-edu.org/wp-content/uploads/2018/10/Libro-REED-2018.pdf</a></p> <p>Guibert, N., Guittet, L. y Girard, P. (2005). A study of the efficiency of an alternative programming paradigm to teach the basics of programming.</p>
--	---

	<p>Disponible en: <a href="http://www.lisi.ensma.fr/fr/equipes/idd/publications.html">http://www.lisi.ensma.fr/fr/equipes/idd/publications.html</a> [Consultado el 10 de enero de 2012] Kaasboll, J. (2002). Learning Programming. University of Oslo, 2002 Martínez, Y. (2005). En busca de una nueva forma de enseñar a programar. Investigación bibliográfica. Disponible en:</p> <p>Gutiérrez S. (2006), Lógica. Conceptos Fundamentales. México: Editorial Esfinge.</p> <p>Hernández Franco, C. (2010). “Ecosistemas Tecnológicos” del Alumnado y Evaluación 2.0” .Departamento de Comunicaciones, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Jornadas de Innovación. Consultado el 10 de Noviembre de 2012 desde: <a href="http://www.dcomg.upv.es/~chernan/jornadas_innovacion/Articulos/Carlos%20Hernandez%20Franco%20-%20EAA%20-%20Jornadas%20de%20Innovacion%202009.pdf">http://www.dcomg.upv.es/~chernan/jornadas_innovacion/Articulos/Carlos%20Hernandez%20Franco%20-%20EAA%20-%20Jornadas%20de%20Innovacion%202009.pdf</a></p> <p>Institución de Educación Superior. IES-A (2015). Temario de Fundamentos de Programación. Bogotá, Colombia.</p> <p>Institución de Educación Superior. IES-B (2016). Temario de Algoritmos de Programación. Bogotá, Colombia.</p> <p>Jensen, Eric. 2004. Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas. Madrid. Narcea. Bertha Marlén Velásquez, Nahyr Remolina de Cleves y María Graciela Calle La creatividad como práctica para el desarrollo del cerebro total 338 Tabula Rasa. Bogotá - Colombia, No.13: 321-338, julio-diciembre 2010 ISSN 1794-2489</p> <p>Kyu Han Koh (2014). Computational Thinking Pattern Analysis: a Phenomenological Approach to Compute. Phd thesis, University of Colorado. 4, 23</p> <p>Juan Carlos Olabe, Xabier Basogain, Miguel Ángel Olabe, Inmaculada Maíz, and Carlos Castaño (2014). Solving math and science problems in the real world with a computational mind. Journal of New Approaches in Educational Research, 3(2):72–78, 4, 23</p> <p>Lizarazo, C.T. (2015). Preocupante déficit de ingenieros en Colombia. Editorial Planeta. Bogotá, Colombia.</p> <p>Macedo Dávila, A. (2018). Pensamiento crítico y rendimiento académico en los ingresantes del curso de Estadística I en la Facultad de Ingeniería Económica, Estadística y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Ingeniería-2017.</p> <p>Magno, C. (2010). The role of metacognitive skills in developing critical thinking. <i>Metacognition &amp; Learning</i>, 5 (2), 137-156. doi:10.1007/s11409-010-9054-4</p> <p>Mayer, Richard. (2004). should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. <i>American Psychologist</i>, 59(1), 14-19.</p> <p>Malamitsa, K., Kokkotas, P., y Kasoutas, M. (2008). Graph/Chart Interpretation and Reading Comprehension as Critical Thinking Skills. <i>Science Education International</i>, 19 (4), 371-384. Recuperado de <a href="http://0-web.a.ebscohost.com/millennium.itesm.mx/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=73243453-2f14-4a21-a84a-82eb45bae493%40sessionmgr4005&amp;vid=2&amp;hid=4109">http://0-web.a.ebscohost.com/millennium.itesm.mx/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=73243453-2f14-4a21-a84a-82eb45bae493%40sessionmgr4005&amp;vid=2&amp;hid=4109</a></p> <p>Morduchowicz R. (2008). “La generación multimedia”. Paidós: Voces de la Educación. Buenos Aires. Argentina.</p> <p>Moroni, Norma y Señas, Perla. (2005) Estrategias para la enseñanza de la programación JEITICS.</p> <p>Polya G. (2004). How to Solve It. Princeton Science Library Edition</p> <p>Polya, G. (1973). How to solve it: A new aspect of mathematical method (2nd ed.). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.</p> <p>Romo, M. 2005. Creatividad como un sistema caótico. Madrid: Universidad Autónoma. Sternberg, R. 1997. La creatividad en una cultura conformista. Madrid: Editorial Paidós. Vigostky, L. 1981. Pensamiento y lenguaje. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.</p> <p>SALGADO CASTILLO, A. (2013) Lógica algorítmica para la resolución de</p>
--	--

	<p>problemas de programación computacional: una propuesta didáctica. <i>Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación</i>. Vol. IV. (1): 64-69.</p> <p>Samper, J. d. (2006). <i>Los Modelos Pedagógicos, hacia una pedagogía dialogante</i> SNIES. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. (2017). Bogotá, Colombia.  <a href="https://www.mineducacion.gov.co/sistemasinfo/Informacion-a-la-mano/212400:Estadisticas">https://www.mineducacion.gov.co/sistemasinfo/Informacion-a-la-mano/212400:Estadisticas</a></p> <p>Trejos Buriticá, O. (2013). <i>Significado y Competencias</i>. Pereira: Papiro.</p> <p>Tristán-López, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. <i>Avances en Medición</i>, 6, 37-48.</p> <p>UNESCO. (2013). <i>Datos mundiales de educación</i>. Ginebra, Suiza, UNESCO Oficina Internacional de Educación, se puede acceder en <a href="http://www.ibe.unesco.org/es/servicios/documentos-en-linea/datos-mundialesde-educacion.html">http://www.ibe.unesco.org/es/servicios/documentos-en-linea/datos-mundialesde-educacion.html</a>.</p> <p>UNESCO. (2010). <i>Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development</i>. Paris: UNESCO</p> <p>Valencia, D. (2010). Crisis y futuro de la ingeniería. <i>Revista Ingeniería y Competitividad</i>, 2(2), 63-68.</p> <p>Wing, J.M. (2006). Computational Thinking. It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. <i>COMMUNICATIONS OF THE ACM</i> /Vol. 49, No. 3. <a href="https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf">https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf</a></p> <p>Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—what and why? <i>The Link Magazine, Spring</i>. Carnegie Mellon University, Pittsburgh. Recuperado 2 de Junio de 2015, de <a href="http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why">http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why</a></p> <p>Xabier Basogain, Miguel Ángel Olabe y Juan Carlos Olabe (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. <i>RED-Revista de Educación a Distancia</i>, 46(6). DOI: 10.6018/red/46/6 <a href="http://www.um.es/ead/red/46/Basogain.pdf">http://www.um.es/ead/red/46/Basogain.pdf</a></p>
--	--

Fuente: autor

## Anexo 2. Carta de consentimiento informado para participar en la investigación

### Consentimiento Informado para Participantes de la Investigación

#### Carta de participación al inicio del proceso

#### Ficha de Consentimiento

El propósito de esta carta de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participante.

La presente investigación es conducida por Javier Augusto Ríos Suarez, de la Universidad Santo Tomas de Bogotá, la cual se titula LA ENSEÑANZA DE LOS ALGORITMOS DE PROGRAMACIÓN EN ESTUDIANTES INICIALES DE INGENIERIA A TRAVÉS DE LA DIMENSIÓN CREATIVA. El propósito de esta investigación es Construir una propuesta metodológica específica, fundamentada, ordenada y practicable en una Dimensión Creativa en el ámbito de la enseñanza, que sirva para el desarrollo de los Algoritmos de Programación en los estudiantes iniciales.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá responder preguntas en una encuesta de 20 ítems y probablemente ser parte de un grupo experimental para la realización. Este proceso tomará tres (3) días en un tiempo de 72 horas.

La información suministrada tendrá un **tratamiento estrictamente confidencial**, y en ningún momento los datos suministrados serán dados a conocer en forma individual. Todos los análisis y evaluaciones a realizar se harán basándose en el total de los datos suministrados por los participantes de la Institución, y en ningún momento se hará referencia a casos particulares, lo cual garantiza la **confidencialidad de la información recolectada en la institución.**

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas al cuestionario y a los resultados del experimento serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre esta investigación, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en el proceso. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante el desarrollo del experimento le parece incómodas, tiene Usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.

Se tiene previsto el desarrollo y ejecución de la investigación en la ciudad de Bogotá, Colombia el día ( ) del mes ( ) en el año ( ) a las (hh):(mm).

Desde ya le agradecemos su participación.

---

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por \_\_\_\_\_. He sido informado (a) de que la meta de este estudio es

---

Me han indicado también que tendré que responder una encuesta y preguntas en un experimento, lo cual tomará aproximadamente \_\_\_\_\_ minutos.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a \_\_\_\_\_ al teléfono \_\_\_\_\_.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a \_\_\_\_\_ al teléfono anteriormente mencionado. Fecha (dd)(mm)(aaaa)\_\_\_\_\_.

---

Nombre del Participante

---

Firma del Participante

**Anexo 2. Prueba de Watson y Glaser (adaptada por el autor)**

**Prueba de Watson Glaser para medir el Pensamiento o Razonamiento Crítico. PC**

<b>Categorías del Pensamiento Crítico</b>						
<b>Participantes #.</b>	<b>Inferencia</b>	<b>Reconocimiento de Supuestos</b>	<b>Deducción</b>	<b>Interpretación</b>	<b>Evaluación de Argumento</b>	<b>TOTAL</b>
1	2	1	2	2	1	54
2	1	3	1	2	4	49
3	2	3	3	3	5	42
4	2	5	3	4	3	33
5	1	0	1	3	3	34
6	3	5	5	1	1	51
7	3	3	1	2	2	35
8	2	3	3	2	4	44
9	1	1	2	3	4	46
10	1	2	1	2	1	36
11	3	3	3	3	1	41
12	1	4	1	1	1	44
13	2	2	1	3	2	39
14	3	0	4	2	4	41
15	2	1	2	2	1	51
16	0	3	1	4	5	47
17	1	4	3	5	4	44
18	0	0	1	4	5	36
19	0	2	1	3	5	43
20	1	0	1	2	5	53
21	2	5	5	3	2	41
22	3	3	1	3	3	44
23	2	3	3	2	1	43
24	3	2	2	3	3	37
25	1	3	1	2	4	35
26	4	4	3	1	4	44
27	2	0	3	1	1	32
28	1	2	1	2	1	41
29	4	1	4	1	1	47
30	2	1	2	2	4	46
31	2	3	1	0	2	47
32	2	5	3	2	3	42
33	1	1	1	1	0	44

<b>Categorías del Pensamiento Crítico</b>						
<b>Participantes #.</b>	<b>Inferencia</b>	<b>Reconocimiento de Supuestos</b>	<b>Deducción</b>	<b>Interpretación</b>	<b>Evaluación de Argumento</b>	<b>TOTAL</b>
34	2	2	1	3	4	31
35	2	1	1	2	5	45
36	3	5	5	3	2	47
37	3	3	1	3	3	39
38	2	3	3	2	1	48
39	1	1	2	1	2	36
40	2	2	1	2	4	42
41	3	3	3	4	3	49
42	2	0	3	1	2	49
43	3	2	1	2	1	43
44	4	0	4	1	1	36
45	1	1	2	1	2	43
46	1	3	1	1	1	50
47	2	4	3	1	2	37
48	3	1	1	2	3	40
49	1	3	1	2	5	39
50	4	0	1	1	1	41

Fuente: Calificación del Instrumento de la prueba Watson y Glaser). Diseño elaborado por el autor

### Anexo3. Instrumento pos-test para medir habilidades en el Pensamiento Computacional y Creativo. PCC

#### Sección I. Preguntas estudio cuantitativo

**TDA** | Totalmente de Acuerdo (5); **DA** | De Acuerdo (4); **NDA** | Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo (3)

**ED** | En Desacuerdo (2); **TED** | Totalmente en Desacuerdo(1)

Afirmaciones		TDA (5)	DA (4)	NDA (3)	ED (2)	TED (1)
1.	Reconoces procesos que se repiten y que permiten dar solución a un problema mediante un programa					
2.	Reconoces procesos donde se requiera toma de decisiones o preguntas para la solución de problemas					
3.	Describes claramente procesos a manera de algoritmos que se puedan ejecutar					
4.	Generalmente utilizas las instrucciones adecuadas que permitan la ejecución de un programa o actividad					
5.	Comprendes la función que cumple cada instrucción utilizada					
6.	Logras ordenar las instrucciones de manera que obtienes el resultados esperado					
7.	Reconoces con facilidad el tipo de variables que se requieren en un programa.					
8.	Reconoces las variables necesarias para que el programa funcione correctamente					
9.	Comprendes cuando utilizar un acumulador para la solución de un problemas					
10.	Los algoritmos que diseñas poseen secuencias que permitan alcanzar la solución de un problema					
11.	En los algoritmos que elaboras consideras realizar la menor cantidad de pasos posibles.					
12.	Los algoritmos que desarrollas pueden ser interpretados por otras personas sin mayor dificultad					
13.	Percibes la relación existente entre acciones a ejecutar y que suceda un evento determinado					
14.	Consideras la jerarquía de operaciones cuando construyes una formula o expresión					
15.	La toma de decisiones que elaboras son un buen apoyo para la solución del problema					
16.	Utilizas conectores lógicos con la finalidad de disminuir la cantidad de decisiones en una algoritmos					
17.	Aplicas la división en subprogramas o sub-problemas como estrategias de solución en problemas complejos					
18.	Utilizas subprogramas para evitar la repetición de sentencias en un algoritmo o programas					
19.	Utilizas algoritmos desarrollados anteriormente como apoyo para resolver nuevos problemas.					
20.	Realizas verificaciones manuales que comprueben el funcionamiento correcto del algoritmo antes de usuario					
21.	Realizas verificaciones con diferentes datos considerando varias situaciones posibles en el problema					
22.	Consideras que elaborar un algoritmo facilita el trabajo antes de programar en un lenguaje					
23.	Intentas apoyado en los conocimientos de programación desarrollar soluciones a problemas o situaciones reales					

24.	Puedes establecer fácilmente las características principales de un objeto sobre las irrelevantes					
25.	Los algoritmos que elaboras los revisas posteriormente con la finalidad de mejorarlos					
26.	Puedes determinar los errores que impiden el funcionamiento apropiado de algoritmos o programas desarrollados por otras personas					
27.	Compartes tus experiencias en la solución de problemas con otros compañeros personalmente o con herramientas informáticas (blog, foros, chat, redes sociales)					
28.	Utilizando los conocimientos de algoritmos has desarrollado programas o soluciones novedosas para facilitar la vida a otras personas					
29.	Te preocupas en buscar nuevas formas de dar solución a un problema					
30.	Te apoyas en el trabajo colaborativo para obtener mejores resultados frente a un problema.					

Fuente (De la Fuente & García, (2017). Diseño elaborado por el autor

### Anexo 3. Pre-Test: Rendimiento académico y resolución de problema (ejes metodológicos)

Sección I. Preguntas estudio cuantitativo						
Sección I. Datos personales						
Edad [mayores de edad]		Género: [F]emenino [M]asculino [O]tro.				
Numero de semestres en la institución _____		Calificación final del curso _____				
[TDA] Totalmente de Acuerdo (5); [DA] De Acuerdo (4); [NDA] Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo (3)						
[ED] En Desacuerdo (2); [TED] Totalmente en Desacuerdo(1)						
Afirmaciones		TDA (5)	DA (4)	NDA (3)	ED (2)	TED (1)
<b>1. Inteligencia lógica-matemática</b>						
1.	Soy capaz de evaluar si un argumento es correcto para explicar un fenómeno o resolver un problema					
2.	Puedo utilizar diferentes elementos o evidencias para la resolución de un problema ya sean argumentativas o numéricas					
3.	En una situación en la que debo tomar una decisión, considero todos los elementos para llegar a una conclusión, los cuales represento números.					
4.	Manifiesto gran habilidad trabajando con lo abstracto					
5.	Aprendo mejor trabajando con números, relaciones y clasificaciones específica					
<b>2. Experiencias-lecciones aprendidas</b>						
6.	Me doy cuenta que tengo mejores habilidades que los demás para entender una situación, explicarla o plantear soluciones alternativas					
7.	Realizo juicios y evaluaciones objetivas con mayor facilidad que los demás.					
8.	Considero que mi experiencia es parte significativa para resolver problemas					
9.	Transmito el conocimiento a compañeros o equipo de trabajo mucho mejor que los demás					
10.	Considero que mis lecciones aprendidas fortalecen su experiencia y aporta a la gestión del conocimiento en temas específicos					
<b>3. Entornos gráficos-objetos e imágenes.</b>						
11.	Considero que los objetos e imágenes para resolver problemas son esenciales					
12.	Puedo identificar si una fuente (documento, persona, etc.) es confiable o no, con base en argumentos y objetivos representados por objetos e imágenes					
13.	Considero que las imágenes y objetos permiten aclarar las dudas en una clase específica					
14.	Considero que cuando tengo que memorizar algo de una situación real, trato de crear una rima sobre el evento o la letra de una música o un objeto e imagen					
15.	Es recomendable que el uso de los objetos e imágenes debe tener sonido e interactividad para lograr motivar a los estudiantes					
<b>4. Situaciones reales, hechos -acontecidos</b>						
16.	Considero que es más fácil tratar de solucionar problemas previamente conocidos los hechos real que lo generan					
17.	Considero que tengo la capacidad de razonar de manera correcta sobre algunos asuntos o fenómenos en situaciones reales					
18.	En una discusión sobre un acontecimiento, trato primero de pensar si alguna vez realice algo parecido					
19.	Por lo general, tiendo a organizar y enfocar mi búsqueda del conocimiento con base a ciertos objetivos o hechos					
20.	Considero que puedo identificar los elementos básicos de una situación, fenómeno o problema con mayor facilidad que los demás					

Fuente: autor

**Anexo 4. Total de Varianzas de los componentes del Instrumento de Pre-Test por participante**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6,937	34,684	34,684	6,937	34,684	34,684	3,548	17,740	17,740
2	2,057	10,285	44,969	2,057	10,285	44,969	2,664	13,320	31,061
3	1,545	7,727	52,695	1,545	7,727	52,695	2,485	12,425	43,485
4	1,271	6,357	59,053	1,271	6,357	59,053	2,428	12,138	55,623
5	1,098	5,488	64,541	1,098	5,488	64,541	1,624	8,120	63,743
6	1,024	5,118	69,659	1,024	5,118	69,659	1,183	5,916	69,659
7	,947	4,737	74,396						
8	,751	3,753	78,149						
9	,727	3,635	81,784						
10	,641	3,203	84,987						
11	,554	2,769	87,756						
12	,466	2,331	90,086						
13	,435	2,174	92,260						
14	,404	2,019	94,279						
15	,270	1,351	95,630						
16	,228	1,142	96,772						
17	,225	1,126	97,898						
18	,191	,953	98,852						
19	,136	,680	99,531						
20	,094	,469	100,000						

Fuente: Calculo del método de extracción por participante. Análisis de Varianzas. SPSS Datos extraídos por el autor

**Anexo 6.** Descripción estadística de la aplicación del pos-test para medir las habilidades del PCC

<b>Descriptive Statistics</b>					
	<b>N</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>
item1	50	1	5	3,18	1,207
item2	50	1	4	3,20	1,010
item3	50	1	5	3,00	1,143
item4	50	1	5	3,56	1,163
item5	50	2	5	3,68	,978
item6	50	1	5	3,36	1,174
item7	50	1	5	*2,98	1,097

item8	50	1	5	3,20	1,212
item9	50	1	5	*2,94	1,150
item10	50	2	5	3,16	1,218
item11	50	2	4	3,32	,957
item12	50	1	4	*2,88	1,118
item13	50	2	5	3,38	1,105
item14	50	1	5	3,82	1,119
item15	50	1	5	4,22	,648
item16	50	2	5	4,24	,555
item17	50	1	5	4,16	1,057
item18	50	2	5	3,88	1,206
item19	50	1	5	3,62	1,383
item20	50	2	5	3,90	1,216
item21	50	1	5	3,74	1,454
item22	50	4	5	4,52	,505
item23	50	1	5	4,34	1,099
item24	50	2	5	4,24	1,287
item25	50	1	5	4,48	1,165
item26	50	4	5	4,82	,388
item27	50	1	5	4,42	1,311
item28	50	2	5	4,46	,706
item29	50	1	5	4,18	1,044
item30	50	2	5	4,02	,979
Valid N (listwise)	50				

Fuente: Estadística descriptiva del instrumento Test para medir las habilidades del PCC. SPSS.  
 Datos extraídos por el autor

## Anexo 7. Esquema de las Estrategias para la presentación de la propuesta metodológica

<b>Primera Estrategia:</b> Desarrollo del pensamiento Crítico en la Resolución de Problemas			
<b>Objetivo</b>	<b>Acciones</b>	<b>Actividad</b>	<b>Criterios de Evaluación</b>
Fortalecer el componente conceptual en los estudiantes, con el fin de formar estudiantes críticos, reflexivos y <b>analíticos</b> .	<u>Habilidades en:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inferencia</li> <li>▪ Reconocimientos de supuestos</li> <li>▪ Deducción</li> <li>▪ Interpretación</li> <li>▪ Evaluación de Argumentos</li> </ul>	Uso de la lógica-matemática a través de la argumentación interactuado con un ambiente de entorno gráfico: objetos, imágenes, videos  Establecer relaciones entre diferentes conceptos y llegar a una comprensión más profunda.	Conformación de equipos de trabajo (con roles, compromisos y tareas). Realizar trabajos independientes por parte de cada uno de los equipos, pero también la de poder socializar sus logros e ideas con los demás equipos de

			trabajo.
<b>Segunda Estrategia:</b> Desarrollo del Pensamiento para la Computación en la Resolución de Problemas			
Objetivo	Acciones	Actividad	Criterios de Evaluación
Comprender conceptos abstractos, razonamiento y comprensión de relaciones.	<u>Habilidades por Categorías (C):</u> <b>C1: Instrucciones, variable y operadores:</b> Identificación de patrones, uso de instrucciones, variables, secuencias operadores <b>C2: Reutilización de Código</b> Reuso y Detección de Errores. <b>C3: Características:</b> Abstracción, Creatividad y Trabajo Colaborativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solucionar problemas en diferentes ámbitos de la vida, formulando hipótesis y estableciendo predicciones.</li> <li>• Fomenta la capacidad de razonar, sobre las metas y la forma de planificar para conseguirlo.</li> <li>▪ Proporciona orden y sentido a las acciones y/o decisiones</li> </ul>	Conformación de equipos de trabajo (con roles, compromisos y tareas). Realizar trabajos independientes por parte de cada uno de los equipos, pero también la de poder socializar sus logros e ideas con los demás equipos de trabajo.
<b>Tercera Estrategia:</b> Desarrollo del Pensamiento Creativo en la Resolución de Problemas			
Objetivo	Acciones	Actividad	Criterios de Evaluación
Reconocer los elementos y las relaciones implicadas dentro de un problema, al igual que las necesidades conceptuales y los procesos necesarios para su resolución desde la óptica del diseñador, lo que implica la comprensión total del proceso de elaboración y resolución de problemas.	<u>Potenciar:</u> Los conversatorios, las relaciones horizontales de poder en el aula y los procesos participativos, imaginativos y vinculativos de los estudiantes  <u>Se Pretende:</u> Sensibilizar la percepción de los estudiantes a través del ejercicio de la fantasía, la ficción, la utopía y la imaginación; Se busca mantener abierta la expresión de las ideas, el apoyo a las iniciativas del conocimiento sin importar salirse del tema y la posibilidad explícita del ejercicio de procesos de autoevaluación para ir mejorando en el mismo	<u>Elementos Metacognitivo</u> Guía para la resolución de problemas: Orientan al estudiante durante el proceso de dar la solución al problema. Allí se encuentra el Planteamiento de las problemáticas que se desarrollaran en el curso y las herramientas heurísticas a utilizar.  Sistematización escrita en cuadernos de trabajo: Permite la retroalimentación Sobre el proceso cognitivo para la solución de los problemas. En estos cuadernos los estudiantes pueden consignar las respuestas iniciales y finales que se dieron a los interrogantes planteados por el problema, los pasos, algoritmos y cálculos realizados, al igual que propuestas de corrección, los pasos del heurístico descuidados o no realizados, y los procedimientos y estrategias que se pensaron usar pero no fueron utilizadas, al igual que recoger una reflexión global sobre aspectos de mayor interés en el tratamiento de la situación problema y	Conformación de equipos de trabajo (con roles, compromisos y tareas). Realizar trabajos independientes por parte de cada uno de los equipos, pero también la de poder socializar sus logros e ideas con los demás equipos de trabajo.

		sobre lo que su resolución aportó en lo metodológico y en lo conceptual.	
--	--	--	--

Fuente: autor