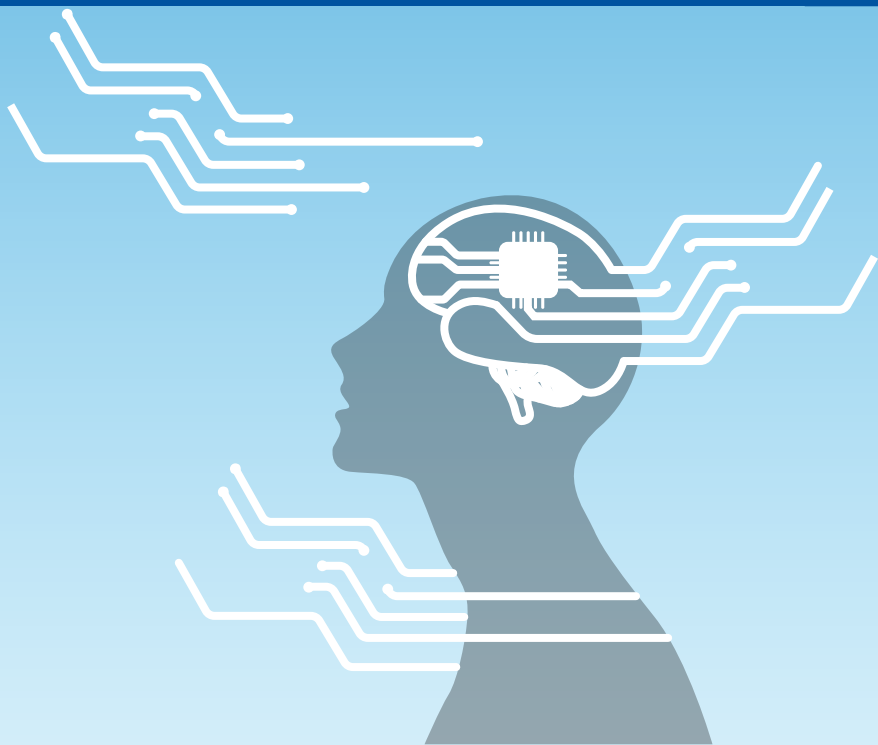


Un estudio acerca de la relación del razonamiento lógico con el pensamiento computacional

El caso de estudiantes de Informática

Yareli López Sotelo
Jorge Adalberto Navarro Castillo
Cruz Evelia Sosa Carrillo



Un estudio acerca de la relación del razonamiento lógico con el pensamiento computacional.

El caso de estudiantes de informática



Un estudio acerca de la relación del razonamiento lógico con el pensamiento computacional

El caso de estudiantes de informática

Yareli López Sotelo

Jorge Adalberto Navarro Castillo

Cruz Evelia Sosa Carrillo



Un estudio acerca de la relación del razonamiento lógico con el pensamiento computacional. El caso de estudiantes de informática. Autora: dra. Yareli López Sotelo, dr. Jorge Adalberto Navarro Castillo y dra. Cruz Evelia Sosa Carrillo. —Culiacan, Sinaloa. México. 2024.

Publicación electrónica digital: descarga y *online*; detalle de formato: EPUB.

ISBN: **978-84-10215-83-2**

DOI: **<https://doi.org/10.61728/AE20240646>**



Primera edición: 2024

Edición y corrección: **Astra Ediciones**

El material publicado fue dictaminado por investigadores con amplio reconocimiento científico bajo el sistema de doble ciego emitido por académicos especialistas en la materia.

Todos los derechos reservados conforme a la ley. Las características de esta edición, así como su contenido no podrán ser reproducidas o transmitirse bajo ninguna forma o por ningún medio, electrónico ni mecánico, incluyendo fotocopiadora y grabación, ni por ningún sistema de almacenamiento y recuperación de información sin permiso por escrito del propietario del Derecho de Autor.

Contenido

Presentación	9
---------------------------	----------

Capítulo I

Introducción	11
1.1 Generalidades	12
1.2 Justificación.....	16
1.3 Preguntas de investigación	21
1.4 Objetivo principal.....	21
1.5 Hipótesis	21
1.6 Antecedentes	22

Capítulo II

Marco teórico.....	37
2.1. Pensamiento computacional	38
2.2 Historia de la lógica	40
2.3 Razonamiento lógico.....	41
2.4 Resolución de problemas	42
2.5 Conceptos básicos	44
2.6 Instrumento de medición del razonamiento lógico	45
2.7 Metodología mixta.....	49
2.8 Diseño experimental puro.....	53

Capítulo III

Metodología y experimentación	55
3.1 Perspectiva general de la investigación.....	56
3.2 Descripción general.....	56
3.3 Selección de la muestra	57
3.4 Exploración y detección del problema.....	57
3.5 Propuesta de intervención.....	94
3.6 Análisis y resultados del taller.....	103
Conclusiones del taller. Segunda parte	114

3.7. Análisis del efecto de la intervención en el Factor Principal.	135
3.8. Análisis de la posible relación entre el Factor Principal y el pensamiento computacional.....	154
3.9. Determinación del impacto de la propuesta	161

Capítulo IV

Conclusiones	173
Referencias	176
Apéndices	182
Apéndice I. Entrevistas	182
Apéndice II. Gráficas de pruebas de normalidad pre y post-test.....	210
Apéndice III. Gráficas de pruebas de normalidad para los cuatro grupos de Algoritmia.	212
Apéndice IV. Gráficas de pruebas de normalidad para las calificaciones de los cuatro grupos de la materia de Estructura de Datos.....	214
Apéndice V. Gráficas de las pruebas de normalidad de las diferencias de las calificaciones entre Algoritmia y Estructura de Datos de los cuatro grupos	216
Apéndice VI. Actividades del taller.....	218
Apéndice VII. Comparativo de calificaciones de los cuatro grupos (1 y 3 experimentales y 2 y 4 control)	220
Anexos	221
Anexo I. TOLT	221

Presentación

La informática es una profesión que en los últimos tiempos ha tenido gran aceptación, debido al gran crecimiento de los volúmenes de información que se están manejando gracias a la evolución de las Tecnologías de la Información. Sin embargo, este gran auge se encuentra en peligro a causa del alto grado de deserción y reprobación, provocado principalmente por un bajo rendimiento académico.

La premisa de este libro es que el razonamiento lógico del estudiante será determinante para lograr un pensamiento computacional que podría alcanzarse en algún momento de su carrera profesional, pero no podrá lograrse si no adquiere los conceptos de un razonamiento lógico y las habilidades necesarias.

Capítulo I

Introducción

1.1 Generalidades

La informática es una profesión que en los últimos tiempos ha tenido gran aceptación, debido al gran crecimiento de los volúmenes de información que se están manejando gracias a la evolución de las Tecnologías de la Información. Sin embargo, este gran auge se encuentra en peligro a causa del alto grado de deserción y reprobación, provocado principalmente por un bajo rendimiento académico. Se dispone de estudios que identifican como pieza clave, para la formación de los profesionistas en el campo de la informática, las materias relacionadas con la programación y la lógica (Delgado, Xexeo, Souza, Campos y Rapkiewicz, 2004). Hay otras corrientes que afirman que la programación es el componente fundamental en la formación de las profesiones derivadas de la informática (Medina y Torres, 2014; Ferreira y Rojo, 2005; Delgado, Xexeo, Souza, Campos y Rapkiewicz, 2004).

De acuerdo con la corriente que estipula la programación como la base de cualquier profesión afín a la informática, los investigadores González, Estrada y Martínez (2006), Faouzia y Mostafa (2007), apoyan la idea de que la algoritmia es el sustento de la programación, y el pensamiento computacional es la base de la algoritmia, pues no solo basta con convertir a nuestros jóvenes en usuarios de herramientas informáticas; esto ha pasado de necesario a insuficiente. Hoy el reto consiste en preparar a nuestros jóvenes para enfrentar el mundo que les tocará vivir, dotándolos de herramientas cognitivas indispensables para desenvolverse en el mundo digital (García-Peñalvo, 2016d; Wing, 2006, 2008; Zapata-Ros, 2015).

1.1.1 El razonamiento lógico como componente importante del pensamiento computacional

Hay diversos problemas asociados a lograr un aprendizaje significativo en la clase de Algoritmia que les permita a los estudiantes realizar con éxito tareas de programación. Entre otras situaciones, una importante es el razonamiento lógico que el estudiante haya desarrollado en su vida académica, componente relevante del pensamiento computacional. De acuerdo con Wing (2006, p. 33), el pensamiento computacional «consiste en la

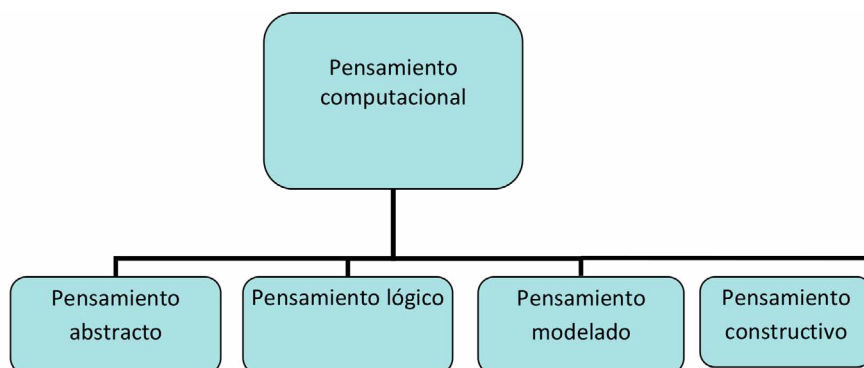
resolución de problemas, el diseño de los sistemas y la comprensión de la conducta humana haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática».

La premisa de este trabajo es que el razonamiento lógico del estudiante será determinante para lograr un pensamiento computacional que podría alcanzarse en algún momento de su carrera profesional, pero no podrá lograrse si no adquiere los conceptos de un razonamiento lógico y las habilidades necesarias.

Acerca del concepto pensamiento computacional y la relación estrecha del razonamiento lógico con este, se tratará ampliamente en el marco teórico. En este espacio iniciaremos con una revisión de los factores que complican adquirir el razonamiento lógico.

Figura 1

Componentes del Pensamiento Computacional



El componente del razonamiento lógico

De acuerdo con el esquema anterior, el razonamiento lógico es un componente esencial del pensamiento computacional, pero su tratamiento es complejo. En este sentido, retomamos lo que indican Ferreira Szpiniak, Luna y Medel (1997), quienes propusieron integrar los contenidos de la matemática y la lógica a las carreras relativas a la computación. Los investigadores consideraron que la formación de profesionales en Informáti-

ca debe basarse asimismo en una sólida formación lógico-matemáticas, pues es evidente que aunque los estudiantes adquirieron habilidades de programación y aprendieron métodos de especificación continuaban con dificultades importantes al fundamentar y verificar sus programas. Es justamente en esta materia donde se presenta la mayor parte de los problemas suscitados en los estudiantes: bajo nivel de aprovechamiento, alto índice de repetición y deserción en el peor de los casos (Timarán, 2009). Siguiendo esta misma línea de indagación, investigadores como Moroni y Señas (2005), Faouzia y Mostafa (2007) coinciden en que el problema radica en la materia de programación y lo que debe hacerse en los cursos de algoritmia es comenzar a enseñar utilizando algoritmos como recursos esquemáticos para plasmar el modelo de la resolución de un problema, argumentando que si los estudiantes fallan en la programación es porque no elaboraron correctamente su algoritmo.

La enseñanza tradicional de la programación dedica mayor tiempo a la sintaxis de un lenguaje de programación, lo que puede conducir a una mecanización del pensamiento, en lugar de enfocarse en el proceso de análisis, interpretación y abstracción de la lógica y concepción algorítmica de los lenguajes de programación (Castillo, Berenguer, Sánchez y Fernández, 2013).

Una de las dificultades recurrentes que se han encontrado en la materia de Algoritmia se relaciona con que los estudiantes no logran desarrollar la lógica que requieren para la resolución de problemas (Ferreira y Rojo, 2005; Guibert, Guittet y Girard, 2005; Oviedo y Ortiz, 2002; Castillo, Berenguer, Sánchez y Fernández, 2013, 2014; Medina y Torres, 2014; Timarán, 2008).

El proceso de enseñanza aprendizaje de la resolución de problemas de programación es aún limitado en el tratamiento de su lógica de algoritmización, a partir de un proceso didáctico que integre en un solo movimiento la modelación matemática y computacional como expresión de una lógica algorítmica pertinente. Esto remite a la necesidad de definir la comprensión de la situación problema, lo que implica un proceso de análisis profundo del estudiante para que pueda reconocer la gran diversidad y multiplicidad de problemas a los que puede enfrentarse (Castillo, Berenguer, Sánchez y Fernández, 2014). Los estudiantes con dificultades

para programar suelen tener capacidad limitada para resolver problemas, es decir, les resulta difícil dividir un problema en partes y aplicar un pensamiento lógico para resolverlo (Whitfield, Blakeway, Herterich y Beaumont, 2007).

A través del tiempo, el desarrollo lógico matemático ha continuado siendo un problema en la asignatura de programación, por lo que las reformas en educación exigen un modelo educativo que se caracterice por un aprendizaje razonado, crítico y flexible, en busca de formar individuos creativos, capaces de enfrentar las exigencias del mundo cada vez más competitivo donde hay mayor variedad de problemas (Mininguiano, 2014).

La complicación en el aprendizaje de la programación se vuelve evidente con el bajo promedio de los estudiantes y el elevado índice de los que repiten las asignaturas de programación; se encontró que el 34% de los estudiantes reprueba las materias relacionadas con la programación y entre los que aprueban el 70% no ha desarrollado la lógica que se requiere para dar solución computacional a un problema (Timarán, 2008).

Siguiendo esas ideas afirmamos que las materias de programación son la base de la informática, y es en esta materia donde surge la mayor parte de los problemas de los estudiantes. En la programación, el problema más recurrente —y el que se pretende trabajar en esta investigación— se encuentra en la resolución de problemas. Es evidente que los alumnos no logran desarrollar el razonamiento lógico que requieren para dicha actividad. La capacidad de resolver problemas es una de las habilidades clave que un estudiante de informática necesita con el fin de aprender a programar (Whitfield, Blakeway, Herterich & Beaumont, 2007); si se mejora la capacidad de resolver problemas, se considera que sería la base para lograr mejor desempeño de los estudiantes en esta área, permitiendo disminución en la repetición y la deserción.

Recordemos que la informática es de gran importancia para la sociedad y el mundo, ya que los grandes avances que con ella se han logrado han sido de enorme apoyo para los cambios que demandamos como sociedad, y es por ello que los profesionistas de esta área deben estar bien preparados, más aún en la programación, base de dicha profesión.

Considerando la corriente que afirma que la programación es la base de la informática, es en esta materia donde se suscita el mayor número

de problemas de los estudiantes. Algunos investigadores, como Ferreira y Rojo (2005), afirman que una de las dificultades recurrentes en la materia de Algoritmia es que los estudiantes no logran desarrollar la lógica que necesitan para resolver problemas. En este sentido, otros investigadores, como Faouzia y Mostafa (2007), han propuesto comenzar a enseñar programación utilizando algoritmos como recurso esquemático para plasmar el modelo de resolución de un problema. Otros autores, como Salgado, Alonso, Gorina y Tardo (2013), sugieren que la enseñanza de la programación sea con una visión constructivista del aprendizaje, aplicando técnicas de resolución de problemas cotidianos. Según estos autores, estos ejemplos básicos comprometen al estudiante dentro del razonamiento lógico y la expresión algorítmica. Sin embargo, esto solo queda a manera de sugerencia.

Con base en lo anterior, y enfatizando la importancia del razonamiento lógico, parte esencial del pensamiento lógico (a su vez, parte del pensamiento computacional), se decidió desarrollar una investigación y propuesta didáctica con el objeto de conocer algunas deficiencias en los estudiantes respecto a su razonamiento lógico para, a partir de ellas, revisar alternativas de mejora en ese aspecto. Es decir, actividades que permitan el desarrollo o mejoramiento del razonamiento lógico.

1.2 Justificación

Los datos recabados del Sistema de Control Escolar de la Facultad de Informática Culiacán (SIIA SACE) indican que en el ciclo 2013-2014 ingresaron 180 estudiantes; de ellos, 72 reprobaron la materia de Algoritmia, es decir, el 40 por ciento. Algo similar ocurre en el ciclo 2014-2015: de 212 alumnos que ingresaron, 72 reprobaron la materia de Algoritmia, es decir, reprobó el 33.96%; en 2015-2016, de 226 alumnos que ingresaron, reprobaron 59 la materia de Algoritmia, lo cual da el 26.11% de reprobación. Lo mismo ocurre en el ciclo 2016-2017: de 216 alumnos que ingresaron, reprobaron 101, lo que equivale a una reprobación del 46.76 por ciento. Esto coincide con lo reportado por Kaäsboll (2002), quien revela que entre el 25 y 80% de los estudiantes de primer grado de licenciatura abandonan sus estudios por reprobar la materia de Programación, que a vuelta

de un ciclo escolar terminan desertando de la licenciatura mencionada por reprobar en específico la asignatura de programación.

Tabla 1.1.

Estadísticas de reprobación de la materia de Algoritmia en los ciclos escolares 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016 y 2016-2017

Ciclo escolar	Número de estudiantes que ingresan	Número de estudiantes que reprueban Algoritmia	Reprobación %
2013-2014	180	72	40
2014-2015	212	72	33.96
2015-2016	226	59	26.11
2016-2017	216	101	46.76
		Promedio	36.71

Fuente: Sistema de Control Escolar. Facultad de Informática Culiacán.

Después de analizar las calificaciones de los estudiantes, se determinó un bajo desempeño en los cursos de Programación, reflejado en los bajos promedios de los alumnos y que generan un alto índice de repetición y, en el peor de los casos, ocasiona la deserción estudiantil.

Una de las consecuencias del análisis de las calificaciones mostradas fue la búsqueda de los factores que pudieran explicar los resultados. Se decide entrevistar a algunos docentes de la materia de Algoritmia. Los resultados de las entrevistas se hallan en el apéndice 1. Uno de los principales resultados en las entrevistas con los profesores fue la identificación del factor más importante que influye en el bajo desempeño de los estudiantes y el cual fue el razonamiento lógico, un componente esencial del pensamiento computacional.

Enfocándonos solo en la parte del razonamiento lógico, objeto de estudio de esta investigación, afirmamos que en la revisión del razonamiento lógico necesario para adquirir un pensamiento computacional se distinguen varios factores. En este sentido, Rosas, Zúñiga, Fernández y Guerrero (2017), consideran que la abstracción representa el proceso de pensa-

miento de orden superior más importante, junto con la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones y la definición de algoritmos, son los cuatro pilares del pensamiento computacional.

En estos pilares está inmerso el razonamiento lógico, tanto en la descomposición de problemas en las partes que lo determinan y el diseño de algoritmos de solución, como en el reconocimiento de patrones.

Por tanto, es relevante lograr en los estudiantes el razonamiento lógico necesario para desarrollar un pensamiento computacional que les permita comprender los conceptos de la clase de algoritmia y con base en ellos lograr programar.

En Rosas, Zúñiga, Fernández y Guerrero (2017), quienes hacen referencia a J. L. Zapotecatl (2014), se indica al respecto:

El pensamiento computacional se hace concreto cuando se aprende a programar. La programación es una disciplina que requiere del uso simultáneo de la creatividad, un conjunto de conocimientos técnicos asociados y la aptitud de trabajar con abstracciones, tanto simbólicas como mentales. La creatividad necesaria para programar no difiere demasiado de aquella utilizada, por ejemplo, para producir textos. El empleo de un conjunto de conocimientos técnicos asociados a la operación de las computadoras es lo que la convierte en una actividad especial. Sin embargo, al poseer una naturaleza ligada a la resolución de problemas del mundo real, se requiere de una capacidad de abstracción que permita trabajar sin que los conocimientos técnicos representen un obstáculo para el programador, donde el límite a la creatividad está dado por la imaginación permitiendo crear mundos virtuales sin las restricciones del mundo físico (p. 697).

Un estudiante que ingresa a una licenciatura afín a la informática debe llevar en su currículo de conocimientos mínimamente las siguientes materias: Teoría de Conjuntos, Productos Notables y Factorización, Cálculo Integral y Diferencial e Investigación de Operaciones. Con estas materias, el estudiante desarrolla el razonamiento lógico, ya que adquiere un método secuencial, pues las asignaturas se van ligando de manera continua, de modo que una materia requiere de la otra aplicando métodos y fórmulas para que los estudiantes en el momento de practicar en su etapa media superior puedan ir desarrollando la habilidad para la resolución de problemas. Por otro lado, si el estudiante, a pesar de esto, no desarrolla la habilidad, aun después de haber cursado las asignaturas mencionadas y

logra ingresar a una licenciatura afín a la informática, en ella le imparten un curso propedéutico con el objetivo de prepararlo en dichas asignaturas. Sin embargo sucede que aun a pesar de los filtros de selección, de haber tomado el curso propedéutico logran ingresar estudiantes sin desarrollar la habilidad, Timarán (2009) menciona que es en la materia de Programación donde hay bajo nivel de aprovechamiento, alto índice de repetición y, en el peor de los casos, deserción de los estudiantes.

Whitfield, Blakeway, Herterich y Beaumont (2007), afirman que la disminución en la capacidad matemática, específicamente en el razonamiento analítico y lógico, capacidad de resolver problemas y manipulación algebraica, ha tenido consecuencias adversas en la disciplina de computación. Esta disminución ha llevado a problemas con la manipulación formal de símbolos (programación) y procesos de múltiples pasos (diseño de algoritmos y estructuras de datos). Estos investigadores plantean tres etapas involucradas en la enseñanza de la programación. En la primera, el tutor modela el proceso de resolución del problema y proporciona la solución; en la segunda el estudiante imita al tutor en lo realizado en la primera etapa y en la tercera el estudiante es capaz de llevar a cabo desarrollo independiente.

En este sentido, Whitfield, Blakeway, Herterich y Beaumont, afirman que los estudiantes con dificultades para programar suelen tener capacidad limitada para resolver problemas, es decir, les resulta difícil dividir un problema en partes y aplicar un pensamiento lógico para resolverlo. La enseñanza de la programación sugiere que sea con una visión constructivista del aprendizaje, aplicando técnicas de resolución de problemas cotidianos. Estos ejemplos básicos comprometen al estudiante dentro del razonamiento lógico y la expresión algorítmica: se les enseña a dividir el problema y refinar más la solución del mismo. Esto les permite practicar técnicas de resolución del problema, de tal manera que la solución podrá adaptarse con facilidad a cualquier lenguaje de programación de alto nivel.

La enseñanza tradicional de la programación dedica mayor tiempo a la enseñanza de la sintaxis de un lenguaje de programación, lo que puede conducir a una mecanización del pensamiento, en lugar de enfocarse en el proceso de análisis, interpretación y abstracción de la lógica y concepción algorítmica de los lenguajes de programación (Salgado, Alonso, Gorina y Tardo, 2013).

Al respecto, Mininguiano (2014) afirma que a través del tiempo el desarrollo lógico matemático ha continuado siendo un problema en la asignatura de programación, por lo que las reformas en educación exigen un modelo educativo que se caracterice por un aprendizaje razonado, crítico y flexible, en busca de formar individuos creativos, capaces de enfrentar las exigencias de un mundo cada vez más competitivo donde hay variedad de problemas.

Los autores Ismail, Ngha y Umar, llevaron a cabo en 2010 de manera similar una investigación en la que se entrevistó a cinco profesores para obtener información acerca de la percepción de los estudiantes en la comprensión de los conceptos de programación, los problemas y la causa de estos en el aprendizaje de la programación. Los profesores detectaron falta de habilidades para analizar problemas y uso ineficaz de las técnicas de representación del problema para resolver problemas, entre otros, y sugieren que antes de enseñarles programación a los estudiantes se debe incluir en el plan de estudios lo siguiente: resolución de problemas, matemática discreta, lógica y habilidades de pensamiento creativo.

Los esfuerzos recientemente se han orientado a convertir a nuestros jóvenes en usuarios de herramientas informáticas. Esto ha sido necesario, pero es ya insuficiente. Hoy día, es indispensable dotarlos de las herramientas cognitivas necesarias para desenvolverse con éxito en el mundo digital; es decir, en lugar de enseñarles solo la sintaxis de un lenguaje cambiante, se les debe instruir en las reglas para conocer cómo se construye el lenguaje digital. Así es como surge el pensamiento computacional como paradigma de trabajo y la programación como herramienta para resolver problemas (García-Peñalvo, 2016d; Wing, 2006, 2008; Zapata-Ros (2015).

En este trabajo se ha mencionado la problemática en la asignatura de Programación, que surge de las dificultades de los estudiantes para estructurar de manera adecuada su algoritmo. Nuestra investigación está encaminada a desarrollar una intervención pedagógica que mejore las habilidades de razonamiento lógico de los estudiantes de informática, cuyo efecto se refleje en un mejor desempeño académico en la asignatura de Algoritmia.

Hasta el momento, no se ha encontrado que en Sinaloa (especialmente en Culiacán) se haya implementado alguna propuesta como la nuestra. Por ello, nuestra investigación resulta de gran aporte para la ciencia.

1.3 Preguntas de investigación

¿Cuáles son los principales problemas de los alumnos para aprender a programar?

¿Cuál es el nivel de razonamiento lógico de los estudiantes cuando ingresan al primer grado de la licenciatura en Informática Culiacán de la Universidad Autónoma de Sinaloa?

¿Cómo mejorar el nivel de razonamiento lógico de los estudiantes?

¿Cuál es la correspondencia entre las modificaciones de los niveles de razonamiento lógico y el desempeño asociado al pensamiento computacional?

1.4 Objetivo principal

Encontrar la relación entre el razonamiento lógico de los estudiantes y el pensamiento computacional.

1.4.1 Objetivos específicos

1. Investigar cuáles son los principales problemas de los alumnos para aprender a programar.
2. Medir el nivel de razonamiento lógico de los estudiantes cuando ingresan al primer grado de licenciatura en Informática de la Universidad Autónoma de Sinaloa.
3. Desarrollar actividades que mejoren el nivel de razonamiento lógico de los estudiantes y establecer una propuesta didáctica que mejore el razonamiento lógico del alumno.

1.5 Hipótesis

Hay una relación directa entre los cambios de los niveles de razonamiento lógico con los cambios en el pensamiento computacional de los estudiantes de primer grado de la Licenciatura en Informática.

1.6 Antecedentes

1.6.1 Razonamiento lógico y pensamiento computacional

Ferreira Szpiniak, Luna y Medel (1997), propusieron integrar contenidos de la matemática y la lógica en el currículo de computación, pues consideran que la formación de profesionales en informática debe tener como base una formación lógico-matemáticas sólida, que sirva de base para enfrentar los acelerados cambios tecnológicos, inculcando la noción de que los programas son objetos matemáticos plausibles de tratarse con herramientas lógico-matemáticas, pues es evidente que aunque los estudiantes adquieran habilidades de programación y aprendan métodos de especificación, siguen presentando dificultades importantes al fundamentar y verificar sus programas. El objetivo de la propuesta es incorporar, en una asignatura en el inicio de la carrera, conceptos fundamentales de la integración entre programación y matemáticas permitiendo con ello una adecuada experiencia en la aplicación de las herramientas de razonamiento formal, es decir, la incorporación de habilidades matemáticas y su integración con los conceptos de programación, dentro de lo que podemos mencionar lógica proposicional, lógica de predicados, teoría de conjuntos y distintos tipos de sistemas axiomáticos, que son algunos de los conocimientos lógicos y matemáticos disociados de conceptos de programación. Los resultados parciales obtenidos en el primer año muestran un considerable aumento de la participación de los alumnos en proponer diferentes soluciones a los problemas presentados en las clases prácticas; presuponen una mejora en la comprensión de los temas involucrados en la asignatura porque la cantidad de alumnos en condición de regular se ha incrementado. Sin embargo, no presentan evidencia tangible de aumento en las calificaciones de las asignaturas de Programación.

En este mismo sentido, Oviedo y Ortiz (2002) analizan los problemas más comunes en la enseñanza de la programación de computadoras enfatizando en los primeros semestres de las carreras de Informática y afines. Concluyeron que persiste una carencia de habilidades para programar y bajo aprovechamiento docente en esta asignatura. Ellos proponen una so-

lución denominada «Estrategias para la enseñanza de la programación», en la que consideran, entre otros aspectos, privilegiar la enseñanza de la programación sobre los lenguajes de programación; esto es, que lo importante consiste en que el estudiante aprenda a construir la lógica del programa, que desarrolle la habilidad necesaria para el diseño y construcción de algoritmos. En este sentido, hay un consenso creciente entre los profesores de informática en que los estudiantes deben aprender cómo se resuelven los problemas lógicamente (desarrollo de algoritmos), pero sugieren que, en la medida de un avance satisfactorio, el profesor describa en términos generales el lenguaje de programación que considere más adecuado. Respecto a la base de la propuesta, contempla los siguientes aspectos: realizar un examen diagnóstico en el inicio del curso, concientizar a los estudiantes acerca de la importancia de la programación en su formación y ejercicio profesional, ubicar la programación en la fase de desarrollo del ciclo de vida de los sistemas de información, diferenciar la programación de la codificación, privilegiar la enseñanza de la programación sobre los lenguajes de programación e implementar los algoritmos en los lenguajes de programación PASCAL y C. La propuesta se considera buena, aunque no se menciona algún tipo de estrategia con lo que el curso resulte atractivo para los estudiantes.

Por otra parte, Ferreira y Rojo (2005) llevaron a cabo una metodología para la enseñanza en primer grado de las carreras de Computación de la asignatura Introducción a la Algorítmica y Programación, que consideran como la base del currículo de las carreras mencionadas, pues aseguran que los alumnos de primer grado que cursan esas asignaturas poseen escasa destreza para desarrollar algoritmos de mediana o alta complejidad y falta de apropiación de una metodología de resolución de problemas. Para ello, proponen una metodología con el propósito de cumplir distintas fases, que implica la elaboración de un algoritmo que expresa la solución de un problema planteado en un lenguaje algorítmico, donde para la obtención del mismo involucra un proceso de análisis descendente que puede determinar el diseño de subprogramas. Obtenido el algoritmo, se resuelve el problema de manera general, usando una notación algorítmica de alto nivel y sin necesidad de preocuparse por los detalles de programación propios de cada lenguaje. De esta manera, se consigue independencia de

los lenguajes de programación. Sin embargo, resulta de gran importancia que el alumno reconozca que la solución de un problema es una actividad metódica y como tal involucra una serie de etapas (análisis, diseño, implementación y prueba), debidamente documentadas, que permite recorrer un camino hacia la solución correcta concluida la tarea, a la vez que permitirán realizar revisiones en caso de error y retomar el trabajo. Realizaron comparaciones entre alumnos inscritos y alumnos regulares de 1999 a 2004; mencionan que la cantidad de alumnos regulares en términos absolutos no varió significativamente desde 2001; sin embargo, verifican una tendencia significativa en el crecimiento del porcentaje de alumnos regulares respecto a los que se inscriben. Empero, no hay medición que nos confirme que esto se debe a la implementación de la nueva propuesta.

De igual manera, Guibert, Guittet y Girard (2005), consideran que aprender a programar no puede ser solo aprender la sintaxis de un lenguaje de programación. Esto requiere de un proceso en el cual se necesita que el estudiante comprenda la dificultad de esta tarea y construya un modelo correcto de cómo los programas se elaboran y ejecutan. Por otra parte, plantean que los estudiantes que enfrentan por primera vez la programación en su proceso de formación tienen los siguientes problemas: no logran desarrollar una estructura viable para resolver el problema, ni describir una estrategia comprensible a la computadora. Por tanto, los autores reconocen que la didáctica de la programación debe fundamentarse en procesos de análisis, interpretación y abstracción de su lógica y concepción algorítmica. Para ello, proponen estudiar la eficiencia de un lenguaje de programación por medio de ejemplos, llamado MELBA (Medio Ambiente Basado en la Metáfora de Aprender los Conceptos Básicos de Algoritmia), construido en un enfoque constructivista con técnicas que proporcionan apoyo visual e interactivo para construir los modelos de la tarea, basado en una programación no estática, que permita al programador interactuar con un modelo gráfico del estado de la tarea a través de ejemplos concretos. Ellos analizaron la eficiencia del sistema y de su método por medio de un estudio de 65 estudiantes de primer grado de Bioinformática. El objetivo final es enseñar a elegir correctamente los datos requeridos para resolver un problema de programación en particular. Cabe destacar que no se ha realizado ningún estudio cuantitativo acerca del impacto de un enfoque

como el propuesto por los autores. El sistema no ha sido concebido con el propósito de construir programas, pero sí con la finalidad de explicar el proceso de programación en lenguajes imperativos. No se ha elaborado ningún estudio cuantitativo acerca del impacto de un enfoque basado de ejemplo al aprendizaje de los conceptos de programación.

Del mismo modo, los investigadores franceses Faouzia y Mostafa (2007, p. 2) apoyan la idea de que «para escribir un buen programa, es necesario escribir un buen algoritmo». En consecuencia, es algoritmia la base de la programación, de tal manera que si los estudiantes fallan en la programación es que no elaboraron bien su algoritmo. Para mejorar este aprendizaje, proponen un entorno informático interactivo para el aprendizaje y autoevaluación de algoritmos, teniendo a las nuevas tecnologías de la información como soporte para proponer este nuevo enfoque de metodología de enseñanza basado en ejemplos y experimento; la unidad ayudará a identificar los problemas encontrados y para inculcar en la memoria de los aprendices un modelo de la actuación de sus algoritmos en un ordenador. El objetivo de los ejercicios es que los alumnos tengan la capacidad de construir sus algoritmos en diferentes soluciones. Esto le permitirá ir construyendo su base de conocimientos para responder a cualquier problema. Por otro lado, el entorno ofrece una evaluación del alumno y recomendaciones según el tipo de error; el papel del sistema es guiar al alumno y remitirlo a los conceptos del curso que no estén completamente adquiridos para fortalecer su aprendizaje. El objetivo radica en desarrollar capacidades lógicas y abstractas en los alumnos. Sin embargo, queda a manera de propuesta, puesto que no presentan evidencia de haberlo llevado a cabo y mostrar evidencia de resultados.

En otro sentido, los investigadores cubanos González, Estrada y Martínez (2006), llevaron a cabo un estudio mediante entrevistas a profesores y tomando como base los resultados de Matanzas en los concursos provinciales de Computación. Constataron el insuficiente desarrollo de la creatividad. A su vez, afirman que la programación es una de las actividades más gratificantes en la informática y la que demanda creatividad en la búsqueda de algoritmos eficientes, su codificación y enseñanza. Por tanto, proponen para los estudiantes de educación superior una alternativa teórico metodológica que contribuya a desarrollar la creatividad mediante

la enseñanza de la programación. Como resultado, el enfoque de sistema aplicado propicia que los estudiantes se apropien de estrategias generales de trabajo, por lo que contribuye al desarrollo de la creatividad. Si bien los autores proponen que los primeros conceptos de programación se enseñen a partir de la construcción de algoritmos, usando pseudocódigos, reconocen que al hacerlo surgen dificultades con la codificación, con lo que se coincide con la complicación planteada por ellos; sin embargo, se considera poco significativa si se compara con los problemas que acarrea no enseñar a los estudiantes a construir algoritmos, considerados como la base de la programación. Los investigadores proponen una alternativa teórico metodológica que contribuya a desarrollar la creatividad; entendiendo la creatividad como la potencialidad transformativa de la persona basada en un modo de funcionamiento integrado de recursos cognitivos y afectivos, caracterizado por la generación, extensión, flexibilidad y autonomía. Llevaron a cabo un cuasi experimento con un grupo experimental y uno control. Reportan resultados favorables a favor del grupo experimental respecto al grupo control. Sin embargo, se considera de mayor relevancia que los estudiantes aumenten sus niveles de razonamiento lógico para proponer de esta forma soluciones a los problemas planteados.

Por otro lado, las investigadoras argentinas Moroni y Señas (2005) han comprobado como estrategia válida comenzar a enseñar programación utilizando algoritmos como recursos esquemáticos para plasmar el modelo de la resolución de un problema, debido a que ellas afirman que la complejidad de los programas que se desarrollan hoy día requiere iniciar a los estudiantes en un camino que los conduzca a utilizar técnicas efectivas de programación, pues reescribir los algoritmos hasta ponerlos a punto es operativamente complicado a base de lápiz y papel. Además, comprobar la corrección del algoritmo resulta difícil, al igual que representar las acciones del mismo en ejecución de manera totalmente objetiva, sin dejarse llevar por la subjetividad, principalmente cuando el que lo hace es el autor del algoritmo. Frente a la necesidad de incorporar nuevas estrategias para el desarrollo de programas cada vez más complejos, como lo es el empleo de algoritmos, resaltan la importancia del uso de herramientas computacionales que ayuden a tal fin. Para ello, se creó un Ambiente de Aprendizaje con un editor interactivo de algoritmos, un constructor automático

de trazas y un traductor de algoritmos a programas en lenguaje Pascal. Entre los resultados en la experiencia de campo diseñada para comprobar la efectividad de la aplicación, se encontró que el uso del editor presenta ventajas comparativas frente a la forma tradicional, debido a que favorece la escritura de algoritmos, por medio de plantillas de las distintas estructuras de control, datos de entrada, de salida y comprobación de tipos de datos, entre otras. Cuenta también con un corrector sintáctico y semántico que asegura la escritura correcta favoreciendo al alumno y dejándolo que centre su atención en la lógica del procedimiento, facilita la nivelación a estudiantes con conocimientos en computadoras y aquellos que no tuvieron acceso a ella. Por otra parte, se observa mayor lentitud al principio en el desarrollo de los algoritmos, debido a la necesidad de aprender a usar la herramienta; el tiempo empleado se recupera en la etapa de prueba y programación. No obstante, no se le enseña al alumno la resolución de problemas, lo cual se considera un paso inicial antes de poner en prueba los algoritmos.

Whitfield, Blakeway, Herterich y Beaumont (2007), afirman que la disminución en la capacidad matemática, específicamente en el razonamiento analítico y lógico, capacidad de resolver problemas y manipulación algebraica, ha tenido consecuencias adversas en la disciplina de computación. Esta disminución ha llevado a problemas con la manipulación formal de símbolos (programación) y procesos de múltiples pasos (diseño de algoritmos y estructuras de datos). Estos investigadores plantean tres etapas involucradas en la enseñanza de la programación. En la primera, el tutor modela el proceso de resolución del problema y proporciona la solución; en la segunda, el estudiante imita al tutor en lo realizado en la primera etapa, y en la tercera el estudiante es capaz de llevar a cabo desarrollo independiente. En este sentido, los investigadores afirman que los estudiantes con dificultades para programar suelen tener capacidad limitada para resolver problemas; es decir, les resulta complicado dividir un problema en partes y aplicar un pensamiento lógico para resolverlo. Los estudiantes de la Escuela de Ciencias de la Computación, de la Universidad de Esperanza Liverpool, han adoptado varios enfoques para enseñar conocimientos de programación a los estudiantes, inicialmente con visión constructivista del aprendizaje, aplicando técnicas de resolución de problemas cotidianos.

Con estos ejemplos básicos comprometen al estudiante en el razonamiento lógico y la expresión algorítmica. Estas habilidades se enseñan desde el principio y los estudiantes son animados a presentar sus soluciones a través de inglés estructurado. Se les enseña a dividir el problema y refinar más la solución del mismo. Esto les permite practicar técnicas de resolución del problema, de tal manera que la solución podrá adaptarse con facilidad a cualquier lenguaje de programación de alto nivel. La propuesta resulta buena, ya que los estudiantes aprenden a resolver problemas, pero no se aprecia que este se lleve a cabo de manera dinámica y con motivación para los estudiantes.

Bonilla (2016) investigó acerca del razonamiento lógico y su incidencia en el proceso del aprendizaje significativo en niños de sexto grado. En los resultados se encuentra que el deficiente razonamiento lógico en el proceso del aprendizaje significativo afecta directamente los niveles de aprendizaje de los niños. La causa radica en que durante sus clases no desarrollan sus destrezas y habilidades, que les permiten alcanzar el razonamiento lógico y verbal para solucionar los problemas de matemáticas, sobre todo los problemas de la vida real. Para solucionarlo, la autora propone una guía didáctica para motivar el razonamiento lógico con la finalidad de mejorar los niveles de aprendizaje de los niños. La investigadora destaca la importancia del razonamiento lógico, pues si este se encuentra deficiente afecta los niveles de aprendizaje de los niños. Sin embargo, la investigación está dirigida al nivel básico, en específico alumnos de sexto grado, lo cual nos resulta ineficiente para aplicarlo a nuestra investigación.

Castillo, Berenguer, Sánchez y Fernández (2013), analizaron, a partir de informes de los últimos seis años, resultados de docentes de la asignatura de Programación, basado en fundamentación teórica. Concluyeron que es en la resolución de problemas donde se aprecian las mayores dificultades de los egresados de las carreras de Licenciatura en Ciencias de la Computación de la Universidad de Oriente. Este análisis reveló el limitado tratamiento que se le brinda hoy a la lógica de algoritmización, pues no se concibe un proceso didáctico que permita integrar en un movimiento único la modelación matemática y la sistematización algorítmica, como expresión de una lógica algorítmica pertinente. Para ello, se fundamenta una nueva propuesta didáctica consistente en una lógica algorítmica, en la que se pre-

cisan y explican aquellos procesos esenciales que deben llevarse a cabo en la resolución de problemas de programación computacional. A partir del análisis, se concluye que estos procesos constituyen momentos didácticos necesarios para resolver coherentemente la contradicción que se establece entre los ejes integradores: modelación matemática y sistematización algorítmica, mediante el desarrollo de una lógica algorítmica coherente con los procesos de comprensión del problema, interpretación matemática del problema, representación matemática de la situación problémica, identificación de estructuras algorítmicas, integración jerárquica de las mismas y generalización de la representación matemática-algorítmica.

Ahí la modelación matemática tiene como base la representación matemática de la situación problémica. Es aquí donde se interpretará la comprensión del problema a resolver desde una lógica algorítmica. Para llevar a cabo la comprensión, esta implica un análisis de la situación problémica, lo cual consiste en fragmentar en partes para examinar detalladamente cada una, con el propósito de identificar los objetos reales, matemáticos o computacionales que las conforman, tomando en cuenta que la comprensión de una situación problémica depende de los conocimientos que posee el estudiante (computacionales, matemáticos, del entorno y lingüísticos); tomando en cuenta que todos estos conocimientos resultan suficientes para procesar la información que brinda la situación, es muy probable que se pueda lograr una adecuada comprensión de la misma, lo que facilitará su solución, aunque esta comprensión no es suficiente si no se complementa con una interpretación matemática del problema, como expresión del proceso de reconstrucción matemática que realiza el estudiante, a partir de establecer asociaciones y relaciones entre los objetos que intervienen en la situación problémica. Este proceso resulta vital, pues está encaminado a establecer asociaciones y relaciones, una vez que se comprende la situación y conduce a la realización de abstracciones sustentadas en objetos y relaciones matemáticas. Dichas representaciones pueden pasar por diferentes grados de generalización asumiéndose como un proceso dinámico y variable. Es por ello que como parte del proceso de modelación matemática la representación matemática de la situación problémica permitirá la determinación y activación del conocimiento a emplear en su algoritmización y solución. No obstante, no se dispone de alguna medición que nos determine si la propuesta es viable o no lo es.

Castillo, Berenguer, Sánchez & Fernández (2014), realizaron un análisis epistemológico del proceso de enseñanza aprendizaje de la resolución de problemas de programación, que permitió revelar el aún limitado tratamiento a su lógica de algoritmización a partir de un proceso didáctico que permita integrar en un solo movimiento la modelación matemática y computacional como expresión de una lógica algorítmica pertinente. Esto remite a la necesidad de definir la comprensión de la situación problema, misma que implica un proceso de análisis profundo por el estudiante para que pueda reconocer la gran diversidad y multiplicidad de problemas a los que se puede enfrentar; la solución de los mismos implica fragmentarlos en partes. Por consiguiente, la comprensión de una situación problemática depende de los conocimientos que posee el estudiante (computacionales, matemáticos y sobre el contexto); no obstante, la comprensión no es suficiente si no se complementa con una interpretación matemática de la situación problemática (establecer asociaciones y relaciones entre los objetos que intervienen en la situación problemática). Como resultado, se proponen nuevas relaciones didácticas que sustentan la lógica algorítmica de la resolución de problemas de programación, que se sustenta en la relación entre la representación matemática y su generalización algorítmica, como eje integrador que puede contribuir al desarrollo de habilidades de algoritmización. Sin embargo, queda a manera de propuesta, puesto que no muestran evidencia de haberlo llevado a cabo y obtener resultados favorables al respecto.

En España se ha implementado una propuesta metodológica y una herramienta de apoyo para el desarrollo y evaluación del pensamiento computacional (Fuentes y Miranda (2017). Abstractly es una plataforma web destinada a promover y desarrollar el pensamiento computacional en edades tempranas dentro de las aulas. La plataforma posee un diseño sencillo e intuitivo que permite un uso fácil. Está diseñada para alumnos preuniversitarios y docentes; además, no es necesario que posean conocimientos avanzados de informática. Sin embargo, Abstractly solo está diseñada para alumnos en los niveles preuniversitarios, lo cual nos resulta insuficiente, debido a que los alumnos de la presente investigación pertenecen al nivel universitario.

1.6.2 Herramientas computacionales de apoyo a la enseñanza de Programación

Pérez-Lancho, Jorge, De la Viuda y Sánchez (2007), hicieron un estudio en el que pusieron a prueba dos herramientas de software: MAFIA y Kripke, diseñadas especialmente para alumnos de informática de primer grado; la primera ayuda a entender los conceptos básicos de la lógica proposicional clásica de manera interactiva usando cuadros semánticos, desarrollada por Elena Jorge. Además, les permite resolver casos en MAFIA que proponen compañeros de estudio de años anteriores. Respecto a la segunda herramienta de modelos de Kripke, está orientada a un nivel más avanzado y sirve para comprender la relación entre las propiedades de la correspondencia de accesibilidad y las fórmulas modales, base de la evolución actual de la lógica modal, donde esta suele presentarse como lógica de verdad cualificada; es decir, donde las oraciones pueden obtener una nueva dimensión autorreflexiva. El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en la biblioteca digital Summa Logicae, un repositorio de referencias para estudiantes de lógica e investigadores, en especial españoles abiertamente involucrados en la innovación y sistematización pedagógica. Los investigadores mencionan que las herramientas descritas ya empezaron a utilizarse y fueron recibidas con gran interés, pese a que no se ha iniciado la evaluación de las mismas para conocer los índices de utilización y los beneficios que proporciona.

En 2016 se presenta un artículo donde se hace una prueba piloto con alumnos de quinto grado en una primaria pública del estado de Sonora, con la finalidad de aumentar la difusión del aprendizaje de programación en la educación básica, como método para desarrollar diferentes capacidades cognitivas: Resolución de problemas, Abstracción Pensamiento lógico, entre otros. Con la ayuda de las TI para mejorar la educación básica, el gobierno federal está implementando <micompu.mx>, una estrategia para la enseñanza de la programación en educación pública básica, suponiendo que puede aumentar el interés de los estudiantes que estudien carreras relacionadas con la tecnología. Se cree que con este tipo de iniciativas se podría mejorar el comportamiento y rendimiento de los estudiantes, particularmente en temas relacionados con el desarrollo de competencias

digitales y el razonamiento lógico. El método de aprendizaje utilizado en esta estrategia es interactivo, debido a que los estudiantes juegan, y esto implica resolver algunos problemas y en otras ocasiones implica otras actividades. Cabe mencionar que aún no se tenían los resultados de la prueba piloto. Sin embargo, en la implementación de la estrategia propuesta se ha observado que los estudiantes están motivados por la Informática como parte de su currículo. Algunos de los ejercicios de programación han sido útiles para los estudiantes, específicamente en el razonamiento lógico y la capacidad para resolver problemas (Molina-García, Rodríguez-Elías y Glasserman-Morales (2016). La propuesta resulta motivadora para los estudiantes, puesto que la estrategia es interactiva; sin embargo, está dirigida para nivel básico.

En 2014, Lourdes Beatriz Lamoyi Villamil presentaron un artículo, producto de una investigación a una institución privada del nivel medio básico, con la finalidad de desarrollar habilidades y generar aprendizaje significativos en los estudiantes utilizando la Robótica Lego Mindstorms en el proceso de enseñanza aprendizaje. La implementación se llevó a cabo a través de la investigación acción. Los resultados demuestran que se facilita el proceso enseñanza aprendizaje con la introducción de nuevas estrategias y recursos didácticos en el aula permitiendo con ello el desarrollo y fortalecimiento de habilidades cognitivas en los estudiantes, debido a que el Lego, al ser manipulado por los estudiantes, facilita su aprehensión, pasando de lo abstracto a lo concreto o a lo que llamamos aprender haciendo, conocido como construccionismo. Recordemos que la finalidad de Lego Mindstorm Education es lograr que los estudiantes diseñen, construyan programas y pongan a prueba los robots, desarrollando las habilidades para resolver problemas. El precursor de la teoría del construccionismo fue Piaget y su objetivo consistía en entender cómo los niños construyen su conocimiento, lo que fue retomado por Papert, uno de los miembros del MIT, y así es como nace Lego Mindstorms. Entre los beneficios a largo plazo que menciona la autora, se fomenta la habilidad para resolver problemas mediante estrategias centrándose en el razonamiento lógico, analítico y el pensamiento crítico. Sin embargo, la investigación está enfocada al nivel medio básico, lo que resulta ineficiente, pues nuestra investigación está enfocada en alumnos de nivel universitario.

Grandi, Falconi y Melchiorri (2014), utilizaron el Kit Lego Mindstorms en una actividad de laboratorio dentro de un curso de la Fundación Robótica Industrial para los estudiantes de maestría en Ingeniería de Automatización, en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Bolonia, con dos objetivos: impulsar a los estudiantes a adquirir conocimientos sobre robótica móvil y enseñarles a escribir código eficiente en tiempo real de control de máquinas automáticas y robots. La actividad se llevó a cabo con equipos de cinco estudiantes. Esta experiencia resultó positiva para los estudiantes y profesores. Los estudiantes adquirieron muchas habilidades técnicas y se sintieron involucrados en actividades prácticas, incluido sentirse interesados en el tema. Los investigadores afirman que en los últimos años han integrado el curso de Fundamentos de Robótica Industrial en el curso de la maestría en Ingeniería de Automatización en la universidad mencionada, con actividades diseñadas para mejorar las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes. Por otro lado, Lego Mindstorm ha sido ampliamente utilizado en los últimos años para fines educativos. Sin embargo, está diseñado para alumnos de nivel maestría; en el estudio no presenta datos cuantificables donde se pueda medir la eficiencia de la propuesta.

Rodríguez, Guzmán, Berenguel y Dormido (2016), analizan el uso del Robot Lego Mindstorms NTX para la enseñanza de la programación en tiempo real a estudiantes de licenciatura. Lo utilizan como un estudio de caso para demostrar la enseñanza metodológica. Para ello, se utilizó Ada como programación en tiempo real. El Lego Mindstroms NTX es un kit de robótica introductorio que permite a los estudiantes desarrollarse con rapidez. Las aplicaciones de control real lo convierten en un complemento adecuado, incluso para cursos que duran pocos meses. El uso de la biblioteca Ada para el Lego Mindstorms NXT robots en la enseñanza de la programación en tiempo real se está mostrando muy útil con el propósito de aclarar conceptos teóricos. Se considera que el uso del Robot Lego resulta una herramienta útil, debido a que los alumnos ven si funciona su programación en tiempo real. Eso puede llegar a ser motivante para el estudiante, pero se considera una alternativa de costos un poco elevados, sobre todo para los niveles socioeconómicos de los alumnos que se manejan en la presente investigación; además, nosotros nos estamos enfocando en que los alumnos mejoren su nivel de razonamiento lógico.

Otras líneas de investigación utilizan el software Scratch para mejorar el razonamiento lógico de los estudiantes. Elaboran una secuencia didáctica en Scratch, mediante tres fases, diseñada para alumnos de primer grado de secundaria, con el objetivo de que puedan comenzar a construir el sentido de la programación, desarrollando a la vez habilidades de razonamiento lógico implícito en la tarea de programar, pues los autores sostienen que la enseñanza de la programación debe brindarse desde el nivel básico de la educación secundaria, debido a la ausencia de la programación en la mayor parte de las aulas del nivel secundario. Esto nos lleva a que los alumnos que eligen una carrera relacionada con las ciencias de la computación acarrean grandes dificultades, pues se sostiene que la programación, al igual que otras asignaturas, es importante desde los primeros años de escolaridad, a causa del razonamiento lógico y la resolución de problemas que permite abordar. Además, concluyen que en la actualidad los alumnos poseen ciertas habilidades y destrezas para las ciencias de la computación; sin embargo, se identifica que en relación con la programación falta mucho trabajo por hacer, ya que dichos saberes no se encuentran en los diseños curriculares, ni en los libros de texto del nivel secundario. Con este trabajo se abren nuevos modos de ver la enseñanza de las ciencias de la computación, contribuyendo con ello a mejorar su aprendizaje en el nivel mencionado (González, Linares, Paparoni y Vallejos, 2015). Sin embargo, no se aprecia que se haya utilizado algún instrumento para medir su efectividad. El nivel manejado es primer grado de secundaria, lo que nos resulta ineficiente, pues el que se requiere para nuestra investigación es el superior.

Vidal, Cabezas, Parra y López (2015), presentan los resultados de experimentos de enseñanza aprendizaje del uso de un lenguaje de programación orientado a objetos (Scratch) y dirigido a estudiantes de educación media próximos a ingresar a la universidad. En dos centros escolares en Chile se aplicó el test estadístico de McNemar para determinar si el aprendizaje de los estudiantes era estadísticamente significativo. El experimento resultó efectivo porque mostró la potencial efectividad en el desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico. También resalta el potencial impacto positivo del uso de Scratch y el desarrollo del pensamiento algorítmico en dichos estudiantes. Con Scratch, el educando relaciona su experiencia con la generación de un procedimiento o algoritmo para cumplir sus objetivos.

Algo similar ocurre con lo del aprendizaje significativo de Ausubel (1960), que se logra cuando el estudiante relaciona los nuevos conocimientos con los adquiridos. A pesar de obtener resultados positivos, el experimento está dirigido a alumnos de educación media superior, lo que limita su posible utilización; como se menciona en párrafos anteriores, nuestra investigación está enfocada al nivel superior.

En este trabajo se pretende implementar un curso taller donde se brinden las bases para que los alumnos puedan tener las herramientas necesarias para resolver problemas; para ello, se requiere de un instrumento que mida el razonamiento lógico antes y después de la intervención (pre-post-test).

1.6.3 Diferentes instrumentos de medición del razonamiento lógico

Una herramienta utilizada para medir el razonamiento lógico, especialmente basada en la teoría de las inteligencias múltiples, es MIDAS. Su creador, el neuropsiquiatra Branton Shearer, diseñó este test para medir las inteligencias múltiples en algunas de las diferentes etapas de desarrollo del ser humano (Midas-KIDs, Midas-Teens y Midas-Adult). El test MIDAS cuenta con 119 ítems en la escala de Likert, divididos entre las siete inteligencias múltiples. Las respuestas se encuentran con cinco opciones, más la opción «no sé». Sin embargo, este test presenta falta de capacidad de contraste de un pre-test y un pos-test de una intervención, pues contiene preguntas que se refieren a la niñez, como la siguiente: cuando eras niño te fue fácil aprender matemáticas, como la suma, multiplicación o las fracciones. La próxima vez que se realice esta pregunta, la respuesta siempre será la misma; por tanto, no tiene nivel de contraste. El test MIDAS ha sido utilizado en un 95% para investigaciones relacionadas con problemas de migraña.

Otro instrumento basado en la Inteligencias Múltiples de Gardner es el test Ice de Inteligencia (TIDI), de Carlos Yuste; el test se maneja por edades. Hay cinco diferentes TIDI que se aplican dependiendo de la edad: el TIDI-1 para 8-9 años, TIDI-2 para 10-11 años, TIDI-3 para 12-13 años, TIDI-4 para 14-15 años y TIDI-5 diseñado para el nivel bachillerato entre

16-17 años. Por ejemplo, el test TIDI-3 consta de 30 aciertos donde se obtienen puntuaciones globales de inteligencia general, razonamiento lógico, factor verbal, factor numérico, factor espacial, rapidez y eficacia. Este test es estandarizado y se ha continuado utilizado aproximadamente cerca de tres décadas con buenos índices de fiabilidad, pero ha sido poco utilizado por la comunidad científica, además de que mide todas las inteligencias a la vez y en nuestro trabajo pretendemos medir solo el razonamiento lógico-matemático.

Una herramienta más es el Test de Inteligencia Lógica Superior (TILS), diseñado para alumnos que oscilan entre los 9 y 16 años. El TILS fue validado por Gamal Cerda en su defensa de la tesis «Inteligencia lógico-matemática y éxito académico: un estudio psicoevolutivo». Sin embargo, hasta la fecha Cerda es el único autor que refiere este test en algunos artículos relevantes. El mismo Cerda, en su defensa de tesis y en otra de sus investigaciones, para medir las habilidades cognitivas como el razonamiento lógico formal y los niveles de inteligencia lógica, utiliza los test TOLT y TILS, respectivamente, como instrumentos para medir la predisposición de los estudiantes hacia las matemáticas.

Capítulo **II**

Marco teórico

En los antecedentes mencionamos algunos trabajos relevantes que tratan de la importancia del razonamiento lógico para la comprensión y uso pertinente de lenguajes computacionales, lo que implicaría una mejor posición para programar.

En este trabajo tratamos la importancia del razonamiento lógico en la adquisición del pensamiento computacional, parte de nuevas teorías educativas en el ámbito de la informática.

Uno de los nuevos tipos de pensamiento que han surgido con el auge de la tecnología es el pensamiento computacional que aparece por primera vez en 2006 en la publicación de Janeth Wing en (Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-35).

2.1. Pensamiento computacional

«El pensamiento computacional consiste en la resolución de problemas, el diseño de los sistemas y la comprensión de la conducta humana haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática» (Wing, 2006, p. 33).

2.1.1 Componentes del pensamiento computacional

De acuerdo con Flores (2011) y Liu y Wang (2010), se detallan cuatro componentes principales del pensamiento computacional: pensamiento abstracto, pensamiento lógico, pensamiento modelado y pensamiento constructivo.

Pensamiento abstracto

Este pensamiento es fundamental en la informática y la tecnología para comprender el cuerpo principal del problema de los computadores. Pensar en abstracto es una interesante heurística de propósito general que puede ayudar a enfrentar la solución de un problema. Informalmente, el pensamiento abstracto se puede considerar como el mapeo de una representación base para una nueva, pero más simple representación. La representación abstracta es más sencilla, ya que el mapeo por lo general ofrece detalles, pero conserva ciertas propiedades deseables, y traduce el problema viejo en uno nuevo que puede resolverse con nuestro conocimiento.

Pensamiento lógico

El pensamiento lógico es el proceso en el que se utiliza la consistencia del razonamiento para llegar a una conclusión.

El núcleo y la base de todo pensamiento lógico es el pensamiento secuencial que organiza una serie de declaraciones en una cadena, en la que el primer elemento representa la conclusión anterior. El proceso de pensamiento secuencial consiste en tomar algunas declaraciones en una progresión como una cadena que adquiere un significado en y de la misma. Pensar lógicamente es construir paso a paso algunos enfoques.

Pensamiento modelado

Este pensamiento, en el uso técnico del término, se refiere a la traducción de objetos o fenómenos del mundo real en ecuaciones matemáticas o relaciones computacionales. Consiste en seleccionar una representación apropiada o modelar aspectos relevantes de un problema para hacerlo manejable. El modelado computacional es la representación de objetos reales en un computador. Un problema que será resuelto utilizando un computador debe modelarse mediante un modelo de software correspondiente.

Pensamiento constructivo

La meta de la teoría es lograr la práctica en la realidad. Pensamiento constructivo es cualquier procedimiento computacional bien definido que tiene algún valor, o conjunto de valores, como entrada, y produce un valor, o conjunto de valores, como salida.

De acuerdo con lo que se ha definido como pensamiento computacional, se desprende el siguiente análisis acerca del razonamiento lógico. Consideramos que el razonamiento lógico es relevante para lograr el pensamiento lógico que, a su vez, es relevante para lograr el pensamiento computacional.

Como se indicó en el planteamiento del problema, el razonamiento lógico forma parte esencial del desarrollo de un pensamiento computacional. Dicho tipo de pensamiento es importante para los estudiantes de

informática porque, entre otras actividades, se espera que puedan ser capaces de programar.

Entre los componentes del pensamiento computacional, de acuerdo con Flores (2011), Liu y Wang (2010), tenemos:

1. Pensamiento abstracto
2. Pensamiento lógico
3. Pensamiento modelado
4. Pensamiento constructivo

En este trabajo se abordó solamente el componente de pensamiento lógico; en particular, se trató el análisis del razonamiento lógico de estudiantes de la materia de Algoritmia.

Se inició con un estudio del significado histórico de la lógica.

2.2 Historia de la lógica

Se distinguen dos grandes periodos: la lógica clásica antigua y la moderna lógica matemática. El primer periodo comienza con Aristóteles en el siglo IV a.C. y termina a mediados del siglo diecinueve. La lógica de Aristóteles permaneció inalterada durante siglos y su influencia se caracterizó como una teoría definitiva que no requería perfeccionamientos. Fue en el siglo XVIII cuando comenzaron a aparecer algunos precursores de la lógica matemática, como Leibnitz. El segundo periodo inició en 1850 y llega hasta nuestros días; se le denomina el de la lógica simbólica, matemática o moderna.

2.2.1 Definición de lógica como ciencia

La lógica es una ciencia formal porque sus objetos de conocimiento son las formas o estructuras que adopta el pensamiento. También se dice que la lógica es una ciencia ideal porque se ocupa de conceptos, juicios y raciocinios que son entes ideales y que constituyen el pensamiento de una persona al hacer la interpretación de su entorno real (Gómez, 2004, p. 33).

La lógica es la ciencia de las formas del pensamiento: conceptos, juicios y raciocinios, de su estructura y de las leyes del conocimiento inferido, las

cuales permiten obtener conclusiones a partir de proposiciones admitidas como verdaderas, llamadas premisas. La inferencia lógica es el estudio de la validez de los razonamientos, no el de la validez de las proposiciones. La lógica no consiste en razonar, sino en la investigación del raciocinio. Un raciocinio o argumento es lógico cuando se puede calificar de consistente, coherente o válido. Y es inconsistente, incoherente o ilógico cuando contiene proposiciones contradictorias (Gómez, 2004).

2.3 Razonamiento lógico

Se entiende por razonamiento a la facultad humana que permite resolver problemas, extraer conclusiones y aprender de manera consciente de los hechos, estableciendo conexiones causales y lógicas necesarias entre ellos. El término razonamiento se define de diferente manera, según el contexto, normalmente se refiere a un conjunto de actividades mentales consistentes en conectar unas ideas con otras de acuerdo a ciertas reglas o también puede referirse al estudio de ese proceso. En resumen, se entiende por razonamiento la facultad humana que permite resolver problemas. Se llama también razonamiento al resultado de la actividad mental de razonar, es decir, un conjunto de proposiciones enlazadas entre sí que dan apoyo o justifican una idea (Sandoval, 2014, p. 33).

Desde hace muchos años, al razonamiento se le ha considerado como una facultad exclusiva de los seres humanos. Johnson-Laird, 1990, p. 25), desde el punto de vista cognitivo, define el razonamiento como «aquella actividad que tiene un objetivo preciso, pero no suele usar procedimientos rutinarios».

Sandoval (2014) afirma que hay muy poco material sobre razonamiento lógico en el ámbito educativo aplicado al campo de la enseñanza de los lenguajes de programación. El autor considera que para desarrollar algoritmos y procedimientos que lleven a la elaboración de sistemas para solucionar problemas de la vida cotidiana, se debe tener un amplio dominio del razonamiento lógico. De acuerdo con Alsina y Canals (2000), el razonamiento lógico matemático permite desarrollar competencias que se refieren a la habilidad de solucionar situaciones nuevas de las que no se conoce un método de resolución.

Hay diferentes conceptos asociados al razonamiento. Lo definen como una serie de conceptos encaminados a demostrar algo, persuadir o mo-

ver a oyentes o lectores. También lo manejan como acción o efecto de razonar. Por otra parte, definen lo lógico como un modo de pensar y de actuar sensato, de sentido común. Por lógica, este es el mejor camino. A su vez, la lógica matemática es la que opera utilizando un lenguaje simbólico abstracto para representar la estructura básica de un sistema (RAE, 2016).

En este trabajo enfatizamos la importancia de lograr mayor nivel de razonamiento lógico en el estudiante para desarrollar el pensamiento lógico, componente esencial del pensamiento computacional.

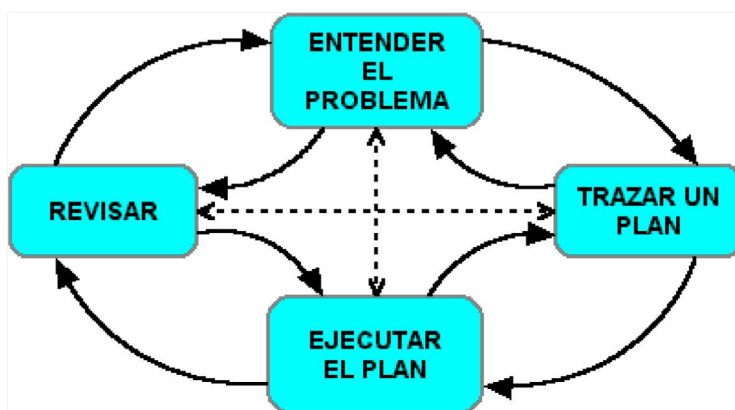
2.4 Resolución de problemas

En este sentido, el desarrollo del razonamiento lógico tiene diversos medios para su logro, entre ellos la resolución de problemas no rutinarios. Polya (1957) dice que cuando se resuelven problemas, intervienen cuatro operaciones mentales:

- Entender el problema
- Trazar un plan
- Ejecutar el plan (resolver)
- Revisar

Ilustración 2.1.

Interpretación dinámica y cíclica de las etapas planteadas por Polya para resolver problemas.



Nota: Subrayamos que estas cuatro etapas planteadas por Polya son flexibles; aquí los estudiantes necesitan entender mejor el problema y deben regresar a la etapa anterior y así sucesivamente con todas las etapas.

Según Clements y Meredith (1992) y Zemelman, Daniels y Hyde (1998) y otros, establecer el modelo para solucionar problemas es un paso fundamental, no suficiente; para ello, los docentes deben adoptar una serie de buenas prácticas como:

- Plantear verbalmente problemas con variedad de estructuras y de formas de solución.
- Presentar estrategias de solución de problemas.
- Asignar problemas que tengan aplicación en la vida diaria.
- Ofrecer experiencias que estimulen la curiosidad de los estudiantes y construyan confianza en la investigación, la solución de problemas y la comunicación.
- Permitir a los estudiantes tomar la iniciativa en el planteamiento de preguntas e investigaciones que les interesen.
- Hacer preguntas que involucren pensamiento de orden superior.
- Verificar que los estudiantes son conscientes de las estrategias que deben utilizar y de los procesos que deben aprender.
- Plantear problemas que proporcionen contextos en los que se aprendan conceptos y habilidades.
- Proveer ejemplos de cómo los conceptos y habilidades utilizadas podrían aplicarse en otros contextos.
- Promover, de manera creciente, la abstracción y la generalización mediante la reflexión y la experimentación.
- Fomentar la utilización de representaciones visuales que favorezcan la comprensión de conceptos (diagramas de flujo, mapas conceptuales y diagramas de Venn, entre otros).
- Dar retroalimentación personalizada en consideración al esfuerzo hecho por los estudiantes para solucionar problemas.
- Verificar que una cantidad importante de la instrucción ocurra en grupos pequeños o en situaciones de uno a uno.
- Ventilar los errores y malentendidos más comunes.
- Promover la interacción tanto estudiante-docente, como estudiante-estudiante. Los niños son los mejores maestros de otros niños en cosas tan importantes para ellos como el aprendizaje de diversos juegos (Savater, 1996).

- Ofrecer actividades que den oportunidad a los estudiantes de discutir, hacer conjeturas, sacar conclusiones, defender ideas y escribir conceptualizaciones.
- Proporcionar oportunidades para realizar trabajo reflexivo y colaborativo entre estudiantes.

De esa manera, el modelo que propone Polya (1965), aun cuando está pensado para problemas matemáticos, ha demostrado que en general la actividad de resolver problemas puede analizarse en cuatro fases: comprender el problema, concebir un plan de solución, ejecutar el plan y examinar la solución obtenida; en cada fase es posible dar sugerencias válidas y más o menos útiles para toda clase de problemas, lo cual deviene una alternativa viable para una orientación general, reconocida por su representatividad en la didáctica de la programación computacional. No obstante, la complejidad que caracteriza a la programación y a la actividad resolutoria, hace que al llevarla a cabo se confronten importantes dificultades, destacando como la principal el análisis y algoritmización de situaciones problemáticas, en relación con su posterior implementación en un lenguaje determinado.

Después de analizar en detalle el problema hasta entenderlo por completo, el paso siguiente es diseñar un algoritmo que resuelva el problema por medio de pasos sucesivos y organizados en secuencia lógica.

2.5 Conceptos básicos

2.5.1 Programación

«Es una actividad transversal asociada a cualquier área de la informática, aunque es la ingeniería de software el área específica que se ocupa de la creación de software» (Bruno, 2007, p. 8).

El proceso de resolución de problemas es esencial para el desarrollo de un pensamiento estructurado requerido para la programación en lenguajes computacionales. El pensamiento estructurado no es equivalente al pensamiento computacional por completo, sino que trata del logro de secuencias lógicas que solucionen un problema. En el caso de la programación, esas secuencias lógicas se denominan algoritmo.

El desarrollo de algoritmos requiere de un pensamiento computacional; por ende, de un razonamiento lógico.

2.5.2 Definición de algoritmo

Un algoritmo es una herramienta que permite describir con claridad un conjunto finito de instrucciones, ordenadas secuencialmente y libres de ambigüedad. Para lograr un resultado previsible de un algoritmo, este debe llevarse a cabo en un computador. Un programa de computador consiste en una serie de instrucciones precisas y escritas en un lenguaje de programación que el computador entiende (López, 2009).

En pocas palabras, un algoritmo es una secuencia ordenada de instrucciones que llevan a solucionar un problema (López, 2009).

El término algoritmo se refiere a un conjunto de reglas ordenadas de forma lógica, finita y precisa, para resolver un problema utilizando o no un computador; hoy día, el término algoritmo se vincula fuertemente con la programación, como paso previo a la realización de un programa de computación (Bruno, 2007).

2.6 Instrumento de medición del razonamiento lógico

En los últimos años se han desarrollado algunos instrumentos para evaluar las habilidades de razonamiento. Uno de los instrumentos más utilizados y validado hasta la fecha es el Test of Logical Thinking Reasoning (TOLT), diseñado por Tobin y Capie en 1981 y traducido al castellano por el Seminario Permanente de Investigación en Didáctica de las Ciencias de Cádiz (Oliva e Iglesias, 1990). El TRL respeta fielmente las características del TOLT, usado en numerosos estudios con alumnos de secundaria, pre-universitarios y universitarios en varios países anglosajones (Tobin, 1988). El test TOLT consiste en diez ítems que tratan sobre cinco esquemas del razonamiento lógico-matemático: razonamiento proposicional, control de variables, razonamiento correlacional, razonamiento probabilístico y razonamiento combinatorio.

Algunas de las numerosas aplicaciones del test TOLT fue la utilizada en Argentina para lograr un diagnóstico general del perfil de ingreso

de estudiantes de nivel profesional estableciendo correlaciones entre los resultados en las distintas áreas en el primer año, lo cual permitió la planificación y ejecución de una propuesta sistemática de enseñanza de los razonamientos faltantes en los estudiantes, y al final se hizo una evaluación de la evolución del aprendizaje de razonamientos y de la eficacia de la propuesta de enseñanza mediante el test TOLT (Herbel, Schnersch, Siracusa & Raviolo, 2000).

2.6.1 Validación contextual del instrumento

El Test de Razonamiento Lógico (TRL) es una traducción castellana en 1989 por profesores de Cádiz miembros del Seminario Permanente de Investigación en Didáctica de las Ciencias, del Test of Logical Thinking (TOLT) de Tobin y Capie (1981); ambos han sido validados respectivamente con muestras de alrededor de un millar y medio de estudiantes de un amplio rango de edades y niveles de escolarización, tanto en su versión original inglesa (Tobin, 1988) como en la española (Acevedo y Oliva, 1990).

En 2014 se utilizó TRL (Test de Razonamiento Lógico) en una investigación en México de la Universidad Nacional Autónoma de México (Unam), por el CLAME (Comité Latinoamericano de Matemáticas Educativas) para medir el Razonamiento Lógico Matemático de estudiantes universitarios, teniendo como base una muestra inicial de 295 estudiantes seleccionados mediante un muestreo por conglomerados, se eligió a 67. Se aplicó una prueba neuropsicológica de Fluidez Verbal (FV) y un test de razonamiento lógico. Se encontraron mayores competencias lingüísticas en alumnos con más alto rendimiento en matemáticas-estadística. Se analizan sus implicaciones para la enseñanza aprendizaje de la estadística.

Se utilizará el Test de Razonamiento Lógico (TRL) por tratarse de un instrumento utilizado en repetidas ocasiones en nuestro país, específicamente en el nivel profesional, además de tratarse del instrumento más utilizado y validado hasta la fecha con muestras de alrededor de un millar y medio de estudiantes de un amplio rango de edades y niveles de escolarización.

Por tanto, se considera que el TRL sirve para medir el razonamiento lógico de los alumnos de la Licenciatura en Informática, puesto que ya ha

sido utilizado como pre y post-test para tal fin con estudiantes de la misma área de informática en una investigación de Dillashaw en 1985.

Para dar seguimiento a los objetivos, se analizaron diferentes instrumentos que se utilizan para medir el razonamiento lógico, y se decidió utilizar el Test de Razonamiento Lógico (TRL), debido a que ya ha sido utilizado como pre y post- test con estudiantes de la misma área de informática en una investigación de Dillashaw en 1985. Además de ser una de las herramientas más utilizada para medir el razonamiento lógico de los estudiantes, y por ser el instrumento más validado y probado, utilizado para este fin, además se ha utilizado en repetidas ocasiones en nuestro país, específicamente en el nivel profesional, por distinguidas universidades, como la Universidad Nacional Autónoma de México.

2.6.2 Investigaciones utilizando el Test de Razonamiento Lógico (TRL)

Una de las investigaciones clásicas que describen los estudios de fiabilidad y validez llevados a cabo sobre el Test de Razonamiento Lógico (TRL), adaptado al castellano, TOLT (Test Of Logical Thinking), diseñado por Tobin y Capie (1981); la prueba es llevada a cabo mediante papel y lápiz para administración colectiva a alumnos entre 13 y 21 años, donde la misma consiste en un conjunto de diez tareas, dos por cada uno de los siguientes esquemas de razonamiento lógico: proporcionalidad, control de variables, probabilidad, correlación y operaciones combinatorias. Entre los resultados, los datos de fiabilidad indican una consistencia interna razonablemente alta.

Villagrán, Guzmán, Pavón & Cuevas (2002), analizaron las posibles relaciones entre los logros cognitivos alcanzados en el estadio del pensamiento formal y la resolución de problemas matemáticos en alumnos de secundaria, estudiados mediante una prueba de razonamiento lógico (TOLT) de Tobin y Capie (1981) y con una prueba de resolución de problemas matemáticos. El resultado de la prueba de matemáticas fue comparado en función del nivel de desarrollo formal alcanzado. Entre los resultados se encuentra que los alumnos con mayor nivel de pensamiento formal son los que mejor resuelven los problemas matemáticos. Esto

significa que disponer del pensamiento formal es posible que mejore la resolución de problemas matemáticos. Empero, solo el 36% de estos fue capaz de resolver problemas donde los esquemas de proporcionalidad están presentes. Por último, plantean la sugerencia con base en los resultados obtenidos, de comprobar si un programa de entrenamiento estándar en resolución de problemas matemáticos conlleva a una mejora en los niveles de razonamiento formal.

Herbel, Schnersch, Siracusa & Raviolo (2000), presentan los resultados de una investigación. Consiste en indagar el dominio de ciertos razonamientos científicos por alumnos que ingresan a la formación inicial del profesorado de nivel primario y de nivel infantil, y sobre correlaciones entre la adquisición de estos razonamientos y el rendimiento en distintas áreas del conocimiento, además de la evaluación de la eficacia de una propuesta sistemática de enseñanza de los razonamientos científicos tratados con TOLT (Test of Logical Thinking), validado por Tobbin y Capie (1981), como pre y post-test, antes y después de un semestre. Este evalúa la adquisición de operaciones de pensamiento formal (Inhelder y Piaget, 1955), el cual refiere a razonamientos, como proporcionalidad, control de variables, probabilidad, correlación y combinatoria. Entre las conclusiones mencionan que este tipo de razonamiento es un requisito necesario, no suficiente para aprender ciencias, pero constituye un elemento esencial para enseñar ciencias. Es por ello que debe procurarse en la formación inicial del profesorado. Dichos razonamientos se consolidan con la práctica y aprendizaje progresivo. Cabe mencionar que la propuesta de enseñanza de razonamientos científicos que se ha llevado a cabo procuró que los profesores estudiantes se impregnaran de un modelo constructivista de enseñanza, donde la preocupación por el pensamiento del aprendiz es permanente, que ha demostrado su efectividad como una estrategia inicial en la mejora de dichos razonamientos. Sin embargo, se considera que el trabajo con los alumnos debe continuar en los años sucesivos.

Dillashaw (1985) puso a prueba la hipótesis de que las habilidades de pensamiento lógico de los estudiantes se mejoran mediante la enseñanza de programación utilizando el lenguaje BASIC durante diez semanas; sin embargo, la prueba no resultó ser tan significativa como se esperaba. Sí se obtuvieron buenos resultados, y propone para mejorarlos llevarlos a cabo por un periodo más largo y con un número mayor de participantes.

2.7 Metodología mixta

En esta investigación se aplicó una metodología mixta, ya que se analizan datos de manera cualitativa y cuantitativa.

Las aproximaciones metodológicas mixtas, permiten neutralizar o eliminar sesgos de determinados métodos cuando estos se utilizan de forma aislada; que los resultados de un método contribuyan al desarrollo de otros; o que puedan convertirse en una especie de subproceso de otro método, proporcionándole datos sobre diferentes niveles o unidades de análisis (Gómez y Roquet, 2001).

Creswell (2009) contempla tres posibles variaciones en las aproximaciones metodológicas mixtas:

1. Procedimientos secuenciales: se trata de profundizar en los resultados mediante un método con la utilización posterior de otro. Por ejemplo, es habitual iniciar una investigación con un pequeño estudio cualitativo a nivel exploratorio que nos permite, posteriormente, aplicar una metodología cuantitativa para la generalización de resultados.

Procedimiento secuencial

2. Procedimientos concurrentes: se utilizan de forma simultánea o convergente metodologías cuantitativas y cualitativas, consiguiendo así una mejor comprensión del objeto de estudio.

Procedimiento concurrente

3. Procedimientos transformadores: utilizan el enfoque teórico como marco para la configuración de un diseño de investigación que considera tanto los datos cuantitativos como los cualitativos.

2.7.1 Metodología cualitativa

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y análisis de los datos

(como en la mayor parte de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después para refinarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien «circular» y no siempre la secuencia es la misma; varía de acuerdo con cada estudio en particular (Sampieri, Fernández y Baptista, 2010).

El enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación (Sampieri, Fernández y Baptista, 2010).

Los métodos cualitativos parten del supuesto básico de que el mundo social está construido de significados y símbolos. De ahí que la intersubjetividad sea una pieza clave de la investigación cualitativa y punto de partida para captar reflexivamente los significados sociales. La realidad social así vista está hecha de significados compartidos de manera intersubjetiva. El objetivo y lo objetivo es el sentido intersubjetivo que se atribuye a una acción. La investigación cualitativa puede comprenderse como el intento de obtener una comprensión profunda de los significados y definiciones de la situación, como la presentan las personas, más que la producción de una medida cuantitativa de sus características o conducta (Jiménez-Domínguez, 2000).

La metodología cualitativa ha abierto un espacio multidisciplinario que convoca a profesionales de las más diversas disciplinas (sociólogos, antropólogos, médicos, enfermeras, psicólogos, trabajadores sociales, relacionistas públicos, entre otros), lo que lejos de ser un inconveniente aporta gran riqueza en la producción. Sin embargo, también provoca una serie de efectos perversos, como la gran variabilidad en la manera de afrontar el análisis: imprecisión y confusión de conceptos, multiplicidad de métodos, más descripción que interpretación, riesgo de especulación, escasa visión de conjunto y teorización, entre otros, hasta tal punto de que hoy día no podríamos hablar del análisis cualitativo, sino más bien de los análisis cualitativos (Amézcuca & Gálvez, 2002).

2.7.2 Metodología cuantitativa

De acuerdo con Sampieri, Fernández y Baptista (2010), el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

El enfoque cuantitativo (que representa un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos «brincar o eludir» pasos. El orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea, que va acotándose y, delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables, se desarrolla un plan para probarlas (diseño), se miden las variables en un determinado contexto, se analizan las mediciones obtenidas (con frecuencia utilizando métodos estadísticos) y se establece una serie de conclusiones respecto de la(s) hipótesis.

El enfoque cuantitativo tiene las siguientes características:

1. El investigador o investigadora plantea un problema de estudio delimitado y concreto. Sus preguntas de investigación versan sobre cuestiones específicas.
2. Planteado el problema de estudio, el investigador o investigadora considera lo que se ha investigado (la revisión de la literatura) y construye un marco teórico (la teoría que habrá de guiar su estudio), del que deriva una o varias hipótesis (cuestiones que examinará si son ciertas o no) y las somete a prueba mediante los diseños de investigación apropiados. Si los resultados corroboran las hipótesis o son congruentes con estas, se aporta evidencia a su favor. Si se refutan, se descartan en busca de mejores explicaciones y nuevas hipótesis. Al apoyar las hipótesis, se genera confianza en la teoría que las sustenta. Si no, se descartan las hipótesis y, eventualmente, la teoría.
3. Así, las hipótesis (por ahora denominémoslas creencias) se generan antes de recolectar y analizar los datos.
4. La recolección de los datos se fundamenta en la medición (se miden las variables o conceptos contenidos en las hipótesis). Esta recolección se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados

por una comunidad científica. Para que una investigación sea creíble y aceptada por otros investigadores, debe demostrarse que se siguieron tales procedimientos. Como en este enfoque se pretende medir, los fenómenos estudiados deben observarse o referirse en el «mundo real».

5. Debido a que los datos son producto de mediciones, se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar con base en métodos estadísticos.
6. En el proceso se busca el máximo control para lograr que otras explicaciones posibles distintas o «rivales» a la propuesta del estudio (hipótesis) sean desechadas y se excluya la incertidumbre y minimice el error. Es por esto que se confía en la experimentación o las pruebas de causa-efecto.
7. Los análisis cuantitativos se interpretan a la luz de las predicciones iniciales (hipótesis) y de estudios previos (teoría). La interpretación constituye una explicación de cómo los resultados encajan en el conocimiento existente (Creswell, 2005).
8. La investigación cuantitativa debe ser lo más «objetiva» posible. Los fenómenos que se observan o miden no deben afectarse por el investigador. Este debe evitar en lo posible que sus temores, creencias, deseos y tendencias, influyan en los resultados del estudio o interfieran en los procesos, y que tampoco sean alterados por las tendencias de otros (Unrau, Grinnell y Williams, 2005).
9. Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y estructurado (el proceso) y se debe tener presente que las decisiones críticas se toman antes de recolectar los datos.
10. En una investigación cuantitativa se pretende generalizar los resultados encontrados en un grupo o segmento (muestra) a una colectividad mayor (universo o población). También se busca que los estudios efectuados puedan replicarse.
11. Al final, con los estudios cuantitativos se intenta explicar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre elementos. Esto significa que la meta principal es la construcción y demostración de teorías (que explican y predicen).
12. Para este enfoque, si se sigue rigurosamente el proceso y, de acuerdo con ciertas reglas lógicas, los datos generados poseen los estándares de validez y confiabilidad, y las conclusiones derivadas contribuirán a la

generación de conocimiento.

13. Esta aproximación utiliza la lógica o razonamiento deductivo, que comienza con la teoría, y de esta se derivan expresiones lógicas denominadas hipótesis que el investigador busca someter a prueba.
14. La investigación cuantitativa pretende identificar leyes universales y causales (Bergman, 2008).
15. La búsqueda cuantitativa ocurre en la realidad externa al individuo. Esto nos conduce a una explicación sobre cómo se concibe la realidad con esta aproximación a la investigación.

2.8 Diseño experimental puro

Los sujetos son asignados al azar y hay control (validez interna) de la situación experimental. Incluyen dos o más grupos con mediciones múltiples y existe manipulación intencional de las variables. Los diseños experimentales puros incluyen:

- Medición de dos grupos o más. En este caso, se comparan dos o más grupos: uno o más grupos de tratamiento (en función del número de variables manipuladas) llamados grupos experimentales, contra un grupo control que no es expuesto a la variable independiente. En este caso, se hace la medición de la o las variables dependientes para cada uno de los grupos. Los sujetos son asignados al azar a cada grupo. Hay dos modalidades de este diseño:
 - Con pre-test y post-test: comprende una sola variable experimental y los elementos de observación experimental: las medidas antes y después del test del grupo control.
 - Solo post-test: es una variante del diseño anterior en la que se suprime el pre-test, ya que se considera no indispensable, en vista de que la elección aleatoria de los miembros al grupo experimental y al control asegura la igualdad inicial de ambos grupos.

Medición de cuatro grupos de Solomon. Consiste en cuatro grupos asignados al azar y por tanto equivalentes. Dos grupos control, uno con pre-test y post-test, y el otro únicamente con post-test; dos grupos experimentales, uno con pre-test y post-test y el otro únicamente con post-test (García, 2009, p. 34).

Capítulo **III**

Metodología y experimentación

En este capítulo se exponen los aspectos metodológicos que guiaron la presente investigación. Se presenta el diseño metodológico general y el de cada una de las etapas que la componen.

3.1 Perspectiva general de la investigación

El enfoque utilizado en esta investigación es una metodología mixta. Debido a que en este trabajo hay una diversidad de información y de fuentes, tanto cuantitativa como cualitativa, consideramos necesario utilizar distintas técnicas para su recolección, lo que nos llevó irremediablemente a utilizar enfoques tanto cualitativos como cuantitativos en el análisis. La combinación de ambas formas de análisis nos pareció la estrategia más adecuada para responder las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos.

Dentro del enfoque cualitativo, el énfasis principal que subyace a toda investigación es la experiencia y la interpretación.

Con referencia de la metodología cuantitativa, confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

3.2 Descripción general

La primera etapa tuvo como objetivo identificar las primeras materias asociadas directamente a la programación y que sirvieran como indicadores del nivel de pensamiento computacional de los estudiantes. Posteriormente se determinaron las muestras (experimental y de control) que servirán de base para el análisis de la investigación.

Con base en información cualitativa proporcionada por expertos (doctores que imparten la materia de programación) se identificó el factor principal asociado al bajo aprovechamiento en las materias asociadas a la programación.

Se diseñó un taller con una serie de actividades encaminadas para tratar de elevar el nivel del factor principal y con esto encontrar la relación entre dicho factor y el pensamiento computacional.

El análisis tuvo como base la medición del pensamiento computacional y del factor principal antes y después de la aplicación del taller.

3.3 Selección de la muestra

La investigación se enfocó a analizar una muestra de estudiantes de la Facultad de Informática Culiacán elegidos en forma aleatoria y con base en una convocatoria abierta en la cual acudieron estudiantes interesados, conformándose grupos de control y experimentación para la validación de los resultados. Esta forma de selección, es decir, de iniciativa propia, asegura una participación activa de los estudiantes que nos permitió desarrollar las actividades explotando de una manera eficiente su potencialidad; lo anterior es debido a que se encuentra presente su motivación, interés y las ganas de trabajar.

La muestra estuvo compuesta por cuatro grupos; en total, 49 alumnos de primer grado de la Licenciatura en Informática Culiacán; dos son grupos experimentales y dos grupos control.

Los grupos elegidos están integrados por alumnos de cuarto semestre. La selección de los participantes fue voluntaria bajo una invitación explícita abierta, quedando de la siguiente manera:

Relación de grupos

Grupo 1: 13 alumnos

Grupo 2: 13 alumnos

Grupo 3: 14 alumnos

Grupo 4: 9 alumnos

La idea general consiste en analizar su nivel de razonamiento lógico y mediante un taller tratar de alterar dicho nivel para evidenciar la relación entre razonamiento lógico y pensamiento computacional.

3.4 Exploración y detección del problema

3.4.1. Identificación de los indicadores básicos del pensamiento computacional

La siguiente etapa tuvo como objetivo identificar las primeras materias asociadas directamente a la programación y que sirvieran como indicadores del nivel de pensamiento computacional de los estudiantes.

Esto se llevó a cabo mediante un análisis del currículo de la carrera de Informática, y tomando en cuenta la opinión de expertos, se identificaron las primeras materias de Programación que sirvieron como indicadores de los niveles de pensamiento computacional de los estudiantes. La primera es Algoritmia, donde inicia formalmente la formación de los licenciados en Informática y donde se ve reflejado el nivel de pensamiento computacional que posee cada alumno, el primer curso en donde se aplican los principios de programación vistos en las materias de Algoritmia y Estructura de Datos.

Se analizaron las calificaciones de los estudiantes en la materia de Algoritmia, proporcionadas por el Sistema de Control Escolar (SIASACE) de dicha facultad, con la finalidad de conocer el nivel inicial de pensamiento computacional de los estudiantes.

Las calificaciones son las siguientes:

Grupo 1 (Experimental)	
Número de Alumno	Algoritmia
2	8
3	5
9	9
11	5
12	8
13	10
14	8
15	5
16	9
17	5
24	10
25	5
26	9
27	9

Grupo 3 (Experimental)

Número de Alumno	Algoritmia
1	10
4	7
5	9
6	8
7	10
8	10
10	10
18	10
19	10
20	10
21	9
22	8
23	7

En el grupo 1 se aprecia mucha reprobación en la materia de Algoritmia; de 14 alumnos del grupo reprobaron 5, lo que equivale al 36%, además de bajos promedios. En grupo 3 no hay alumnos reprobados; esto puede deberse a que ambos grupos fueron evaluados con diferentes criterios de evaluación, es decir, diferentes docentes.

Grupo 2 (Control)

Número de Alumno	Algoritmia
28	10
29	10
30	7
31	8
32	8
33	9
34	10
35	9
36	10
37	5
38	8
39	8
40	7

Grupo 4 (Control)

Número de Alumno	Algoritmia
41	10
42	10
43	5
44	5
45	10
46	0
47	5
48	5
49	5

3.4.2 Identificación del Factor Principal

Se toma una muestra de los docentes que imparten y han impartido la materia de Programación de primer grado, con la finalidad de detectar cuáles son las principales dificultades que presentan los alumnos para aprender a programar, según la apreciación de los docentes. Posteriormente, realizamos las entrevistas semiestructuradas a docentes del área. Se hizo un análisis cualitativo a las respuestas más representativas que expresan los docentes.

De los nueve docentes entrevistados, siete mencionan el razonamiento lógico como la principal dificultad de los alumnos para aprender a programar; otros dos lo mencionan, solo que en tercer y cuarto lugar, respectivamente. Otro factor que mencionan dos de los docentes es en primer lugar la falta de vocación y dos docentes más lo mencionan en segundo lugar. Uno de los docentes menciona en primer lugar deficiencias en matemáticas junto con el razonamiento lógico; dos docentes mencionan en segundo lugar la comprensión lectora; dos docentes mencionan en segundo lugar que el problema es la actitud del estudiante y uno más lo menciona en tercer lugar. Un docente menciona que es la falta de hábitos de estudio. Un docente afirma que el problema está en los alumnos que trabajan, ubicando a este problema en segundo lugar. Un docente menciona en segundo lugar que el problema está en la selección de ingreso y uno más lo menciona en tercer lugar. Por último, uno de los docentes menciona en cuarto lugar que el problema radica en la inducción que se le dé al alumno al ingresar a la facultad.

A continuación se muestra una tabla de concentrados de las respuestas de los docentes.

Razonamiento lógico	Vocación	Deficiencias en matemáticas	Comprensión lectora	Actitud	Hábitos de estudios	Alumnos que trabajan	Selección	Inducción
9	4	1	2	3	1	1	2	1

3.4.3 Determinación del indicador del Factor Principal

De acuerdo con el análisis cualitativo de las entrevistas, nos arroja que la principal dificultad de los alumnos para aprender a programar son las deficiencias de razonamiento lógico de los estudiantes (apéndice 1).

Resulta evidente que con base en las entrevistas el factor principal que incide en el desempeño de las materias de programación es el razonamiento lógico.

3.4.4 Medición de Factor Principal

Una vez determinado el factor principal se procedió a medir su nivel.

Aplicación y resultados del pre-test (TRL)

Previo a la aplicación del test, este tuvo que sufrir modificaciones en la pregunta 5, con el objetivo de contextualizar en el país de aplicación (México), pues en dichas preguntas contenía verduras como berros, las cuales no son cocidas en el lugar de aplicación del instrumento. Las modificaciones consistieron en sustituir tres semillas de zapallo por tres semillas de tomate, y sustituir tres semillas de poroto por tres semillas de zanahoria. Dichos cambios no afectan el funcionamiento del instrumento.

El instrumento (TRL) se aplicó a dos grupos escolares del segundo semestre en la Licenciatura en Informática Culiacán, de la Universidad Autónoma de Sinaloa, uno del turno vespertino y el otro del matutino. Se indicaron las instrucciones necesarias para llevar a cabo la aplicación. Sin embargo, esta aplicación no tuvo el éxito esperado, pues se necesitaba más evidencia del razonamiento lógico de los estudiantes y para ello se requería que los alumnos plasmaran el proceso que siguieron para resolver las interrogantes. Por tanto, se sugirió volver a aplicar el test, solo que esta vez debía ser a diferentes alumnos, aunque fueran del mismo semestre y licenciatura. Se procedió a aplicar el test de nuevo a un grupo del turno matutino y otro del turno vespertino; en total, 27 alumnos. En esta ocasión, se proporcionaron hojas blancas a los alumnos para que en ellas pudieran plasmar la forma de resolver cada una de las interrogantes.

A continuación, se presenta una propuesta de validación de los resultados obtenidos en la aplicación del TRL.

Análisis de resultados del TRL

- De los ítems del 1 al 8, se entiende por respuestas correctas aquellas que, aparte de resolver correctamente el problema, indican la razón correspondiente.
- En el ítem 9 de combinatoria se consideran los siguientes niveles:
 - Correcto: si encuentran todas las combinaciones correctamente, es decir, todas y sin repetir.
 - Parcialmente correcto: que encuentren menos de 27 y más de 20.
 - Incorrecto que encuentren menos de 20.
- En el ítem 10 de permutaciones se consideran los siguientes niveles:
 - Correcto: si encuentran todas las combinaciones correctamente, es decir, todas y sin repetir.
 - Parcialmente correcto: que encuentren menos de 24 y más de 20.
 - Incorrecto que encuentren menos de 20.

3.4.5 Análisis cualitativo

Alumno 1

En la pregunta 6 indicó la respuesta correcta, pero incorrecta la razón; su argumento fue que debía pasar de $7/21$ a $1/3$. La respuesta correcta es $7/21$, que es lo mismo que $1/3$.

Pero el alumno se equivoca al decidir que la razón correcta es la que indica que *no importa si la flor es grande o pequeña*; de todas formas elegirá una, lo cual No es equivalente a la probabilidad de $7/21$.

El reactivo 10 también lo trabajó incorrectamente, ya que repite 8 permutaciones. No indica el razonamiento con que logra su respuesta.

Alumno 2

En la *pregunta 1* el alumno contesta equivocadamente sin aplicar ningún tipo de proporción entre naranjas y vasos de jugo; argumenta: «solo me fijé que con cuatro naranjas la diferencia es de dos, con seis la diferencia sería dos más», y marca como razón la 4, donde dice: «Con cuatro naranjas la diferencia será dos. Con seis naranjas la diferencia sería dos o más». La razón correcta está indicada en la razón 1.

La *pregunta 2* fue contestada incorrectamente. Argumenta: «como en la primera pregunta dice que 4 naranjas sacas 6 vasos, entonces solo seguí el ejemplo». Sin embargo, marca la razón 1, la cual es correcta, en la que se establece que el número de vasos de jugo y el número de naranjas estarán siempre en la relación 3 a 2.

En la *pregunta 3* el alumno contesta incorrectamente. Argumenta: «Pues el primero lo subimos para que se compare con el 5 y se equilibre, y el 4 lo bajamos con el 2 para que se equilibre». El alumno toma péndulos de igual longitud y diferente peso, lo cual debía haber sido de manera invertida: péndulo de igual peso y diferente longitud. Sin embargo, marca la razón 5, la cual es correcta, y establece que los péndulos elegidos tendrían que tener todos de distinta longitud e igual peso.

La *pregunta 4* es contestada correctamente. El alumno argumenta que «la misma respuesta que la pregunta 3», y marca la razón 5 incorrectamente, la cual establece que compraríamos péndulos de igual peso y distinta longitud. La razón correcta es la 4, lo cual indica que el alumno confunde el peso con la longitud y viceversa.

En la *pregunta 5* el alumno contesta incorrectamente. Sin embargo, argumenta que del paquete $\frac{1}{2}$ tomate y $\frac{1}{2}$ zanahoria y de $\frac{1}{2}$ de tomate son tres semillas y cada una equivale a $\frac{1}{3}$, y lo mismo ocurre con las de zanahoria. Por tanto, su respuesta fue en el inciso b: 1 de cada 3, cuando la respuesta correcta es el inciso a: 1 de cada 2. El alumno eligió la razón 3 incorrectamente, donde establece que de las tres semillas de zanahoria que hay se necesita extraer una. La razón correcta está establecida en la razón 4.

En la *pregunta 6* el alumno contesta incorrectamente. Argumenta: «solo sumé todas las flores rojas, ya que no importa si son grandes o pequeñas y

pues se sacará 1 de estas 7». El alumno elige erróneamente la razón 3, que dice: no importa que sean pequeñas o grandes. De las 7 semillas rojas que hay, se ha de elegir una.

En la *pregunta 7* el alumno encuentra la respuesta correcta y argumenta: «puse que sí tienen más probabilidad los ratones gordos que los delgados porque son más». Sin embargo, elige la razón 2 incorrectamente, la cual dice: tanto algunos de los ratones gordos como algunos de los ratones delgados tienen rabo blanco. La razón correcta se encuentra en la razón 1, que dice: $\frac{8}{11}$ de los ratones gordos tienen rabo negro y $\frac{3}{4}$ de los ratones delgados tienen rabo blanco.

La *pregunta 8* es contestada incorrectamente. Argumenta: «yo le puse que no ya que hay menos cantidad de peces gordos que peces delgados con rayas anchas». El alumno elige erróneamente la razón 5, que dice: algunos de los peces con rayas anchas son delgados y otros gordos, lo cual no establece ninguna correlación de proporción. La razón correcta se encuentra establecida en la razón 4.

La *pregunta 9* es contestada incorrectamente. Argumenta: «solo hice las combinaciones adecuadas; primero empecé con la primera letra, luego con la segunda y así sucesivamente, en este caso las iniciales». El alumno encuentra solo 19 combinaciones de 27.

La *pregunta 10* es contestada incorrectamente. Argumenta: «lo mismo hice en esta; empecé con la primera letra y así sucesivamente hice las combinaciones con cada inicial». El alumno encuentra 17 permutaciones de 24, y confunde permutaciones con combinaciones.

Alumno 3

En la pregunta 1, el alumno contesta incorrectamente. Argumenta: «si con 4 naranjas son 6 vasos, con dos más serían la mitad más de obtenidos», y marca como razón 4 erróneamente, donde esta establece que con cuatro naranjas la diferencia será 2. Con 6 naranjas la diferencia sería 2 o más. La razón correcta está establecida en la razón 1.

La *pregunta 2* es contestada incorrectamente. Argumenta: «9 creo que es lo que más se aproxima si con 8 N salen 12 vasos». Sin embargo, la razón es contestada correctamente donde establece que el número de vasos de jugo y el número de naranjas estarán siempre en la relación 3 a 2.

La *pregunta 3* es contestada incorrectamente; en este caso, el alumno no presenta argumento. Sin embargo, elige la razón 5, la cual es correcta donde establece que los péndulos elegidos tendrían que tener todos distinta longitud e igual peso.

En la *pregunta 4* el alumno contesta incorrectamente y no presenta evidencia de algún razonamiento al respecto. La razón también es contestada erróneamente; el alumno confunde el peso con la longitud. La razón correcta se encuentra establecida en la razón 4.

La *pregunta 5* es contestada incorrectamente. El alumno argumenta que «Hay 3 semillas de zanahoria, podría salir 1 de cada 3 porque solo hay 3». Y elige como razón el número 2, incorrecta, donde establece que «Hay 6 semillas entre las cuales ha de extraerse 1 de zanahoria». La razón correcta es 4.

En la *pregunta 6* el alumno contesta incorrectamente y no presenta evidencia de razonamiento; luego, elige la razón 3 erróneamente donde se establece: no importa que sean pequeñas o grandes. De las siete semillas rojas que hay se ha de elegir una. La razón correcta es 5.

En la *pregunta 7* el alumno contesta correctamente: «Puede que algunos ratones delgados tengan más rabos negros que los gordos». El alumno elige la razón 2 incorrectamente; en ella se establece: Tanto algunos ratones gordos como algunos ratones delgados tienen rabo blanco. La razón es 1.

La *pregunta 8* es contestada incorrectamente. Argumenta: «no todos los gordos tienen rayas estrechas». La razón también es contestada erróneamente; el alumno elige la razón 1 que establece: Unos peces gordos tienen rayas anchas y estrechas otros. La razón correcta es 4.

La *pregunta 9* el alumno la contesta incorrectamente; solo encuentra 19 combinaciones de un total de 27.

La *pregunta 10* es contestada incorrectamente. El alumno solo encuentra 16 permutaciones de 24, y además no presenta ningún tipo de razonamiento.

Alumno 4

En la *pregunta 1* el alumno contestó correctamente. Argumenta: «2 naranjas = 3 vasos, 4 naranjas = 6 vasos, 6 naranjas = 9 vasos». Sin embargo,

contesta equivocadamente la razón 4, que indica: Con cuatro naranjas la diferencia será 2. Con seis naranjas la diferencia serían 2 o más. La razón correcta es 1.

La *pregunta 2* es contestada correctamente. Argumenta: « $8\text{ N} = 12\text{ v}$, $10\text{ N} = 15\text{ v}$ ». Elige la razón 2 incorrectamente, la cual indica: El número de naranjas será siempre menor que el número de vasos de jugo. La razón correcta está en la razón 1. El alumno, tanto en la pregunta 1 como la 2, logra encontrar la respuesta; sin embargo, no logra interpretar la proporción en la que se encuentran las naranjas respecto a los vasos de jugo.

En la *pregunta 3* el alumno contesta incorrectamente. Argumenta: «Con ver la oscilación del más corto y el más largo se puede comprobar», y elige la razón 1, la cual indica: Compararíamos el péndulo largo con el más corto. La razón correcta se encuentra plasmada en la razón 5, que demuestra: Los péndulos elegidos tendrían que tener todos distinta longitud e igual peso.

La *pregunta 4* es contestada incorrectamente. Argumenta: «Comprobando la oscilación con pesos distintos y longitudes iguales». Coincidiendo con su argumento, encuentra la razón 4 correctamente donde se indica: Los péndulos elegidos tendrían que tener diferente peso y la misma longitud. Sin embargo, lo que argumenta no lo utiliza para responder la pregunta correctamente.

En la *pregunta 5* el alumno contesta incorrectamente. Argumenta: « $3/6$ semillas de zanahoria». Coordinando con su argumento, encuentra la razón 4 correctamente donde indica: La mitad de las semillas son de zanahoria. El alumno se confunde en la pregunta.

La *pregunta 6* es contestada de manera incorrecta, al igual que la razón. Argumenta: « $3\text{ rojas pequeñas y }4\text{ rojas grandes} = 7/21$ » argumento totalmente correcto, pero no logra encontrar la equivalencia de la fracción $7/21$ para responder la pregunta, y elige la razón 3, que indica: No importa que sean pequeñas o grandes. De las siete semillas rojas que hay se ha de elegir una. La razón correcta está indicada en la razón 5.

Alumno 5

En la pregunta 1 es contestada correctamente; sin embargo, argumenta: «No entendí ninguna de las razones que la pregunta proporcionaba. Mi lógica fue dividir las naranjas entre los vasos de jugo para así poder sacar cuantos vasos de jugo (proporción) daba cada naranja». El alumno no elige razón. El alumno logra responder correctamente la pregunta, pero no logra asociar sus resultados con la razón correspondiente.

La *pregunta 2* la contesta de manera errónea. Argumenta: « $2.15 \times 1.15 = 22.5$ ». Elige la razón 2 erróneamente donde se indica: El número de naranjas será siempre menor que el número de vasos de jugo. La razón correcta se encuentra en la razón 1.

En la *pregunta 4* el alumno contesta erróneamente. No presenta ningún tipo de razonamiento; elige la razón 5 de manera errónea, donde se indica lo siguiente: Compararíamos péndulos de igual peso y distinta longitud. La respuesta correcta se encuentra en la razón 4, lo que lleva a suponer que el alumno confunde la longitud con el peso y viceversa.

En la *pregunta 8* se contesta incorrectamente. Sin embargo, argumenta: «3 de 7 = 0.42%, 9 de 21 = 0.42%». Elige la razón 4 correctamente, donde se indica: «3/7 de los peces gordos y 9/21 de los peces delgados». El alumno tiene claro que el porcentaje de peces con rayas anchas es el mismo para peces gordos que para peces delgados y lo plasma en su razonamiento y en la razón elegida; no obstante, responde incorrectamente la respuesta.

Alumno 6

En la pregunta 2 el alumno contesta erróneamente. Argumenta: «Por cada 2 naranjas se preparan 3 vasos de jugo». El alumno elige la razón 2 de manera errónea, donde indica: «El número de naranjas será siempre menor que el número de vasos de jugo». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

La *pregunta 3* es contestada de manera errónea: «Porque se necesitaría calcular de menor a mayor para ver si cambia la longitud y tiempo». Elige la razón 1 erróneamente, donde se indica: «Compararíamos el péndulo largo con el más corto». La razón correcta se encuentra en la razón 5.

En la *pregunta 4* el alumno contesta correctamente. Sin embargo, su argumento no es correcto: «Se necesita pesar el mismo peso para ver si hay un cambio de longitud». Elige la razón 5 erróneamente, donde se indica: «Compararíamos péndulos de igual peso y distinta longitud».

La *pregunta 5* es contestada erróneamente. El alumno argumenta: «Se necesita extraer 2/6 porque no se sabe qué semilla se puede sacar». Elige la razón 5 de manera errónea, donde se indica: «Del total de semillas. Además de la de zanahoria, se podrían extraer 3 de tomate». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

En la *pregunta 6* el alumno contesta de manera errónea. Sin embargo, argumenta: «Tiene 21 semillas, pero tiene 7 oportunidades porque tiene 7 semillas». El alumno elige la razón 5 correctamente donde se indica lo siguiente: «7 de 21 semillas darán flores rojas».

La *pregunta 7* es contestada erróneamente. Argumenta: «No siempre todos los ratones gordos o delgados tendrán el mismo rabo, eso depende de sus genes». Elige la razón 4 de manera errónea, donde se indica: «Ni todos los ratones gordos tienen rabo negro ni todos los delgados lo tienen blanco». El alumno no logra establecer una correlación entre los tipos de ratones.

En la *pregunta 8* el alumno contesta correctamente, pero no presenta evidencia de razonamiento y elige la razón 5 de manera errónea, donde se indica: «Algunos de los peces con rayas anchas son delgadas y otros gordos». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

La *pregunta 10* es contestada de manera errónea. El alumno solo logra encontrar 12 permutaciones de 24, y no presenta evidencia de razonamiento.

Alumno 7

En la *pregunta 1* el alumno contestó erróneamente. Argumenta: «4, 6 y 6, 9. $36 \div 4 = 9$ ». Sin embargo, elige la razón 1 correctamente, donde se indica: «El número de vasos y el número de naranjas estará siempre en la relación 3 a 2».

La *pregunta 5* es contestada de manera errónea. El alumno no presenta razonamiento alguno. Elige la razón 2 erróneamente, donde se indica:

«Hay 6 semillas entre las cuales ha de extraerse una de zanahoria». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

La *pregunta 6* es contestada incorrectamente. Argumenta: « $3/21$ y $1/7$ ». El alumno no tiene clara la proporción de flores rojas que existen, pues ni siquiera sumó el total de flores rojas; sin embargo, logra sacar bien las fracciones equivalentes de su argumento erróneo. Elige la razón 4 de manera errónea, donde se indica: «Ha de seleccionar una semilla roja de un total de 21 semillas». El alumno tiene claro el total de semillas, pero en la razón plasmada no se menciona la proporción de semillas rojas.

Alumno 8

En la *pregunta 1* el alumno contestó correctamente. Argumenta: « $100\% = 6$ vasos, $6 \cdot 150\% = 9$ vasos. C) 9 vasos». Sin embargo, elige la razón 4 de manera errónea, donde se indica: «Con cuatro naranjas la diferencia será 2. Con 6 naranjas la diferencia sería 2 o más». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

La *pregunta 2* fue contestada erróneamente. Argumenta: « $9 = 225\% = 13$, $250 =$, $275 = 15$ ». El alumno elige la razón de manera errónea, donde se indica lo siguiente: «No se podría predecir». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

La *pregunta 3* fue contestada de manera errónea. El alumno no presenta evidencia de razonamiento; elige la razón 3 erróneamente, donde se indica lo siguiente: «Al aumentar la longitud, tendríamos que disminuir el peso». La razón correcta se encuentra en la razón 5.

En la *pregunta 4* el alumno contesta erróneamente. No presenta evidencia de razonamiento. Elige la razón 3 de manera errónea, donde se indica: «Al aumentar el peso tendríamos que disminuir la longitud». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

La *pregunta 5* fue contestada de manera errónea. El alumno argumenta: «Del paquete hay $1/6$ de tomate y $1/6$ de zanahoria». Elige la razón 2 erróneamente, donde se indica: «Hay seis semillas entre las cuales ha de extraerse una de zanahoria». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

En la *pregunta 6* el alumno contestó erróneamente. Argumenta contando cuántas flores hay de cada clasificación. Elige la razón 4 de manera

errónea, donde se indica: «Ha de seleccionar una semilla roja de un total de 21 semillas». La razón correcta se encuentra inmersa en la razón 5.

La *pregunta 8* es contestada de manera errónea. El alumno no presenta evidencia de razonamiento. Elige la razón 3 erróneamente, donde se indica: «12/28 tienen rayas anchas y 16/28 las tienen estrechas». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

Alumno 9

En la *pregunta 7* el alumno contestó correctamente. Argumenta: «De los 18 ratones con rabo negro, 16 son gordos, por lo cual tienen mayor posibilidad de que salgan 16/22». Sin embargo, eligió la razón 3 de manera errónea, donde se indica: «De los 30 ratones, 18 tienen rabo negro y 12 lo tienen blanco». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

La *pregunta 10* es contestada incorrectamente. El alumno solo logra encontrar 12 permutaciones de 24 permutaciones y no presenta evidencia de razonamiento.

Alumno 10

En la *pregunta 2* el alumno contestó correctamente. Argumentó: «9 vasos = 6 naranjas; 6 vasos = 4 naranjas; 15 vasos = 10 naranjas». El alumno sumó los vasos de naranja ($9 + 6$), dando 15 vasos de naranja; de igual forma, sumó las naranjas ($6 + 4$) obteniendo 10 naranjas. Sin embargo, el alumno eligió la razón 2 de manera errónea, donde se indica: «El número de naranjas será siempre menor que el número de vasos de jugo». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

La razón elegida no tiene nada que ver con cantidades de proporción

La *pregunta 5* fue contestada de manera errónea. Argumenta: «3 semillas de tomate, 3 semillas de zanahoria; total 6 semillas, se extrae una $1/3$ ». El alumno elige la razón 5 erróneamente, donde se indica: «Del total de 6 semillas. Además de la de zanahoria, se podrían extraer 3 de tomate». La razón correcta se encuentra en la razón 4. El alumno se deja guiar solo por

la cantidad de semillas de cada tipo, en este caso de tomate y zanahoria; no logra determinar que cada tipo de semillas equivale a la mitad y por tanto la posibilidad de sacar una semilla de zanahoria es de 1 de cada 2.

En la *pregunta 6* el alumno contestó erróneamente. Argumenta: « $1/7$ ». Elige la razón 3 de manera errónea, donde se indica lo siguiente: «No importa que sean pequeñas o grandes. De las 7 semillas rojas que hay se ha de elegir una». La razón correcta se encuentra en la razón 5.

La *pregunta 10* es contestada de manera errónea. Argumenta: « $4 \times 3 = 12 \times 2 = 24$ ». Solo logra encontrar 20 permutaciones de un total de 24 permutaciones. El alumno tiene claro que debía encontrar 24 diferentes permutaciones, pero solo logró anotar 20.

Alumno 11

La *pregunta 1* es contestada erróneamente: «Suponiendo que por naranja salga 2 vasos de jugo de naranja obtendría 10 vasos. Pero no es predecible, no se puede saber del todo». Elige la razón 5 de manera errónea, donde se indica: «No se podría predecir». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

En la *pregunta 2* el alumno contesta de manera errónea: «Pues similar, no se puede prescindir pero calculando 2 vasos por naranja». Elige la razón 5 erróneamente, donde se indica: «No se podría predecir». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

La *pregunta 3* es contestada erróneamente. Argumenta: «Yo compararía del péndulo más largo al más corto». Elige la razón 1 de manera errónea, donde se indica lo siguiente: «Compararíamos el péndulo largo con el más corto». La razón correcta se encuentra en la razón 5.

En la *pregunta 5* el alumno contesta de manera errónea. Argumenta: «Hay 6 semillas de las cuales ha de extraerse 1 de zanahoria». Elige la razón 2 erróneamente, donde se indica: «Hay 6 semillas entre las cuales ha de extraerse 1 de zanahoria». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

La *pregunta 6* es contestada erróneamente. Argumenta: «Las semillas dan más de las plantadas». Elige la razón 1 de manera errónea, donde se indica: «Ha de elegir una semilla entre aquellas que dan flores rojas, amarillas o naranjas». La razón correcta se encuentra en la razón 5.

En la *pregunta 7* el alumno contesta de manera errónea y argumenta: «Cuando es más grande puede llegar a ser más grueso el rabo». Sin embargo, elige la razón 1 correctamente, donde se indica: «8/11 de los ratones gordos tienen rabo negro y $\frac{3}{4}$ de los ratones delgados tienen rabo blanco».

La *pregunta 8* el alumno la contesta erróneamente. Argumenta: «Son, sin especificar cada uno diferente, importa el tamaño». Elige la razón 1 de manera errónea, donde se indica lo siguiente: «Unos peces gordos tienen rayas anchas y otros estrechas». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

En la *pregunta 9* el alumno solo plasmó 12 combinaciones de un total de 27; no presenta evidencia de razonamiento.

La *pregunta 10* es contestada de manera errónea. El alumno solo plasma 13 permutaciones de 24 y no presenta evidencia de razonamiento.

Alumno 12

La *pregunta 1* es contestada correctamente. Argumenta: «Solo sumé el número de naranjas y el de vasos». Elige la razón 3 de manera errónea, donde se indica: «La diferencia entre las cantidades será siempre de dos». La razón correcta se encuentra en la razón 1. El alumno se deja llevar por las razones propuestas.

En la *pregunta 2* el alumno contesta de manera errónea y argumenta: «Siguiendo el mismo procedimiento». Elige la razón 3 erróneamente, donde se indica: «Las diferencias entre las cantidades será siempre de dos». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

La *pregunta 3* es contestada erróneamente. El alumno argumenta: «Se tienen que verificar todos los péndulos para comprobar la oscilación». Elige la razón 2 de manera errónea, donde se indica lo siguiente: «Necesitaríamos comparar todos los péndulos entre sí». La razón correcta se encuentra en la razón 5.

La *pregunta 4* es contestada de manera errónea: «Para calcular el tiempo de los péndulos, se mide en de menor peso con el de mayor para generar el resultado». Elige la razón 1 erróneamente, donde se indica lo siguiente: «Compararíamos el péndulo más pesado con el más ligero». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

En la *pregunta 5* el alumno contesta de manera errónea. Argumenta: «Esta pregunta solo es un poco de probabilidad es 1 de 6». Elige la razón

2 erróneamente, donde se indica: «Hay seis semillas entre las cuales ha de extraerse una de zanahoria». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

La *pregunta 6* es contestada erróneamente. Argumenta: «También es probabilidades 1 de 7». Elige la razón 3 de manera errónea, donde se indica: «No importa que sean pequeñas o grandes. De las 7 semillas rojas que hay se ha de elegir una». La razón correcta se encuentra en la razón 5.

En la *pregunta 8* el alumno contesta correctamente y no presenta evidencia de razonamiento. Elige la razón 5 de manera errónea, donde se indica: «Algunos de los peces con rayas anchas son delgados y otro gordos». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

En la *pregunta 9* el alumno solo plasmó 23 combinaciones de 27; no presenta evidencia de razonamiento.

La *pregunta 10* es contestada de manera errónea. El alumno solo plasma 12 permutaciones de 24 y no presenta evidencia de razonamiento.

Alumno 13

En la *pregunta 1* contesta erróneamente. Argumenta: «La diferencia entre la cantidad de naranjas siempre de 2». Elige la razón 3 de manera errónea, donde se indica: «La diferencia entre las cantidades será siempre de dos». La razón correcta se encuentra indicada en la razón 1. Coincide su argumento con la razón elegida.

La *pregunta 2* es contestada de manera errónea. El alumno argumenta: «El número de naranjas necesario será la mitad del número de vasos de jugo». Elige la razón 4 erróneamente, donde se indica lo siguiente: «Con 4 naranjas la diferencia será 2. Con 6 naranjas la diferencia será 2 o más». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

En la *pregunta 3* el alumno contesta erróneamente. Argumenta: «Es necesario comparar todos los péndulos entre sí porque siempre variará conforme el peso». Elige la razón 2 de manera errónea, donde se indica: «Necesitaríamos comparar todos los péndulos entre sí». La razón correcta se encuentra en la razón 5. El argumento del alumno coincide con su razón.

La *pregunta 4* es contestada de manera errónea. Argumenta: «Es necesario comparar todos los péndulos entre sí porque siempre variará conforme

el peso». El alumno elige la razón 2 erróneamente, donde se indica lo siguiente: «Necesitaríamos comparar todos los péndulos entre sí». La razón correcta se encuentra en la razón 4. El argumento del alumno coincide con su razón.

En la *pregunta 5* contesta erróneamente. Argumenta: «Hay 6 semillas entre las cuales ha de extraerse 1 de zanahoria ($3/6$)». Elige la razón 2 de manera errónea, donde se indica: «Hay 6 semillas entre las cuales ha de extraerse 1 de zanahoria». La razón correcta se encuentra en la razón 4. El alumno tiene clara la proporción de semillas, pero se deja llevar por los distractores de las razones propuestas.

La *pregunta 6* la contesta de manera errónea. Argumenta: «Siete de 21 semillas saldrán flores rojas ($7/21$) no venía la respuesta entre la A-e». Sin embargo, elige la razón 5 correctamente, donde se indica: «Siete de 21 semillas darán flores rojas».

El alumno tiene clara la probabilidad de que salgan flores rojas; sin embargo, al momento de buscar la respuesta no logra detectar la fracción equivalente de $7/21$.

En la *pregunta 7* se contesta de manera correcta. Argumenta: «Es más probable porque hay más ratones gordos con cola negra que delgados con cola negra». Sin embargo, elige la razón 3 erróneamente, donde se indica: «De los 30 ratones, 18 tienen rabo negro y 12 lo tienen blanco». La razón correcta se encuentra inmersa en la razón 1.

La *pregunta 8* es contestada erróneamente. Argumenta: «No porque $3/6$ son gordos con rayas anchas y $9/21$ son delgados con rayas anchas». Sin embargo, elige la razón 4 de manera correcta, donde se indica lo siguiente: « $3/7$ de los peces gordos y $9/21$ de los peces delgados tienen rayas anchas».

En la *pregunta 9* el alumno contesta de manera errónea. Solo logra plasmar 18 combinaciones de 27, y no presenta evidencia de razonamiento.

La *pregunta 10* es contestada parcialmente correcta. El alumno logra plasmar 22 combinaciones de 24.

Alumno 14

En la *pregunta 3* el alumno contesta erróneamente. Argumenta: «Creo que para que el experimento sea correcto se tendría que probar con todos para corroborar que la teoría sea cierta». Elige la razón 2 de manera errónea, donde se indica: «Necesitaríamos comparar todos los péndulos entre sí».

La *pregunta 4* es contestada de manera errónea. Argumenta: «Por la misma razón que en la pregunta 1». Elige la razón 2 erróneamente, donde se indica lo siguiente: «Necesitaríamos comparar todos los péndulos entre sí». La razón correcta se encuentra inmersa en la razón 4.

En la *pregunta 5* contesta erróneamente. Argumenta: «No entendí muy bien las razones de esta pregunta, pero esta es la que me convenció». Elige la razón 2 de manera errónea, donde se indica: «Hay seis semillas entre las cuales ha de extraerse una de zanahoria». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

La *pregunta 6* es contestada correctamente. Argumenta: «Elegí esa porque la tercera parte de las flores son rojas, y razones $7/21$, que es igual a 1 de cada 3 ». Sin embargo, elige la razón 3 erróneamente, donde se indica: «No importa que sean pequeñas o grandes. De las 7 semillas rojas que hay se ha de elegir una». La razón correcta se encuentra en la razón 5.

En la *pregunta 8* el alumno contesta de manera errónea. Argumenta: «Debido a las fracciones es más probable que los gordos tengan rayas anchas». Sin embargo, elige la razón 4 de manera correcta, donde se indica: « $3/7$ de los peces gordos y $9/21$ de los peces delgados tienen rayas anchas».

La *pregunta 9* es contestada erróneamente. Sin embargo, el alumno argumenta lo siguiente: «27 posibles combinaciones».

En la *pregunta 10* el alumno contesta erróneamente. No obstante, argumenta: «Son 24 posibles combinaciones». El alumno confunde las permutaciones con combinaciones.

Alumno 15

La *pregunta 1* es contestada de manera errónea. Argumenta: «Las cantidades de vasos serán 2 veces mayor a las naranjas». Elige la razón 3 erróneamente, donde se indica: «La diferencia entre las cantidades será siempre de dos».

En la *pregunta 2* el alumno contesta correctamente. Argumenta: «Tomé la misma conclusión que la 1». Sin embargo, elige la razón 3 de manera errónea, donde se indica «Las diferencias entre las cantidades será siempre de dos». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

La *pregunta 5* es contestada erróneamente. Argumenta: «De las 6 semillas hay 3 de zanahoria y tenemos una posibilidad de 3 de zanahoria sobre 6 que es el total». Elige la razón 3 de manera errónea, donde se indica: «De las tres semillas de zanahoria que hay se necesita extraer una». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

El argumento del alumno es correcto, pero su respuesta no. Por tanto, no coinciden.

La *pregunta 6* es contestada de manera errónea. El alumno argumenta: «En total hay 21 semillas y 7 rojas, al tomar una tiene 7 posibilidades de que le salga roja». Elige la razón 4 erróneamente, donde se indica lo siguiente: «Ha de seleccionar una semilla roja de un total de 21 semillas». La razón correcta se encuentra en la razón 5.

La *pregunta 7* la contesta correctamente. Argumenta: «24 ratones gordos, 16 rabo negro si tomamos en cuenta en caso de tener 24 delgados habría una 8 delgados, 2 rabo negro alta probabilidad que 6 tuvieran rabo negro». Sin embargo, elige la razón 4 erróneamente, donde se indica: «Ni todos los ratones gordos tienen rabo negro ni todos los delgados lo tienen blanco». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

Caso raro de argumento

La *pregunta 8* es contestada erróneamente. El alumno argumenta: «7 gordos 3 rayas gruesas | representas casi la mitad de todos los peces los gordos de rayas, 21 delgados, 9 rayas gruesas anchas». Sin embargo, elige la razón 4 correctamente, donde se indica lo siguiente: « $\frac{3}{7}$ de los peces gordos y $\frac{9}{21}$ de los peces delgados tienen rayas anchas».

La *pregunta 9* es contestada de manera errónea. El alumno solo logra plasmar 9 combinaciones de un total de 27 combinaciones. Argumenta: «Cada alumno tiene 3 diferentes posibilidades de acomodo». El alumno no realizó las combinaciones correctamente; solo hizo permutaciones.

En la *pregunta 10* el alumno contesta erróneamente. Solo logra plasmar 4 permutaciones de 24 y argumenta: «Cada uno tiene 4 diferentes posibilidades de acomodo».

Alumno 16

La *pregunta 1* es contestada erróneamente. Argumenta: «La diferencia entre las cantidades es de 2». Elige la razón 3 de manera errónea, donde se indica: «La diferencia entre las cantidades será siempre de 2». La razón correcta se encuentra inmersa en la razón 1.

En la *pregunta 2* el alumno contesta de manera errónea y argumenta: «La diferencia entre las cantidades es 2». Elige la razón 3 erróneamente, donde se indica: «Las diferencias entre las cantidades será siempre de dos». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

En las *preguntas 1 y 2*, el alumno se deja manipular por los distractores de razones propuestas.

La *pregunta 3* es contestada erróneamente. Argumenta: «Los péndulos que se eligieron tienen que tener distinta longitud e igual peso». Sin embargo, elige la razón 5 correctamente, donde se indica lo siguiente: «Los péndulos elegidos tendría que tener todos distinta longitud e igual peso».

En la *pregunta 4* el alumno contesta de manera errónea. Argumenta: «Se necesitan comparar todos los péndulos». Elige la razón 2 erróneamente, donde se indica: «Necesitaríamos comparar todos los péndulos entre sí». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

El alumno se deja manipular por las razones propuestas y elige la que mejor le parece y la hace propia para su argumento.

La *pregunta 5* es contestada erróneamente. Argumenta: «De 3 semillas de zanahoria que hay se necesita una». Elige la razón 3, donde se indica: «De las tres semillas de zanahoria que hay se necesita extraer una». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

El alumno se deja manipular por las razones propuestas y las hace propias para su argumento.

En la *pregunta 6* contesta de manera errónea. Argumenta: «Siete de 21 semillas van a dar flores rojas». Sin embargo, elige la razón 5 correctamente, donde se indica lo siguiente: «Siete de 21 semillas darán flores rojas».

El alumno tiene clara la respuesta, pero no logra relacionar la equivalencia de fracciones para darse cuenta que $7/21$ y 1 de cada 3 es lo mismo, y no logra encontrar la respuesta y elige como opción otra respuesta.

La *pregunta 7* es contestada correctamente. Argumenta: «De los 30 ratones, 18 tienen rabo negro y 12 blanco». Sin embargo, elige la razón 3 erró-

neamente, donde se indica: «De los 30 ratones, 18 tienen rabo negro y 12 lo tienen blanco». La razón correcta se encuentra en la razón 1. El alumno se deja manipular por las razones propuestas y la hace propia como su argumento; luego la elige como razón o viceversa.

En la *pregunta 8* el alumno contesta correctamente y argumenta: «18/28 de los peces gordos y 9/21 de los peces delgados tienen rallas anchas». Sin embargo, elige la razón 3 erróneamente, donde se indica: «12/28 tienen rayas anchas y 16/28 las tienen estrechas». La razón correcta se encuentra en la razón 4.

La *pregunta 9* es contestada de manera errónea y presenta el siguiente argumento: «Utilicé de ejemplo una tabla de verdad». El alumno no sabe realizar las combinaciones, toma 3 elementos y lo que hace es permutarlos. Para esta respuesta se necesita realizar 27 combinaciones.

En la *pregunta 10* el alumno contesta erróneamente. Argumenta: «Utilicé de ejemplo una tabla de verdad». Solo logra plasmar 8 permutaciones de 24.

Alumno 17

En la *pregunta 1* el alumno contesta erróneamente. No presenta evidencia de razonamiento. Elige la razón 5 de manera errónea, donde se indica: «No se podía predecir». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

La *pregunta 2* es contestada de manera errónea. El alumno no presenta evidencia de razonamiento. Elige la razón 2 erróneamente, donde se indica: «El número de naranjas será siempre menor que el número de vasos de jugo». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

En la *pregunta 3* el alumno contesta erróneamente y argumenta: «La longitud es lo que tome en cuenta». Elige la razón 1 de manera errónea, donde se indica: «Compararíamos el péndulo largo con el más corto». La razón correcta se encuentra en la razón 5.

La *pregunta 5* es contestada de manera errónea. Elige la razón 5 erróneamente, donde se indica: «Del total de seis semillas. Además de la de zanahoria, se podrían extraer 3 de tomate». La razón correcta se encuentra inmersa en la razón 4.

En la *pregunta 6* el alumno contesta erróneamente. Argumenta: «No obstante, elige la razón 5 correctamente, donde se indica lo siguiente «Sie- te de 21 semillas darán flores rojas».

La *pregunta 7* es contestada de manera errónea. El alumno no presenta evidencia de razonamiento. Elige la razón 2 erróneamente, donde se muestra: «Tanto algunos de los ratones gordos como algunos de los ratones delgados tienen rabo blanco». La razón correcta se encuentra en la razón 1.

La *pregunta 8* es contestada correctamente. Sin embargo, el alumno no presenta evidencia de razonamiento. Elige la razón 3 de manera errónea, donde se indica lo siguiente: «12/28 tienen rayas anchas y 16/28 las tienen estrechas». La razón correcta se encuentra inmersa en la razón 4.

La *pregunta 9* es contestada erróneamente. El alumno logra plasmar 19 combinaciones de 27 combinaciones. No obstante, plasma, además de las 19 combinaciones, dos combinaciones más, pero de manera errónea mezclando dos integrantes del mismo grupo, cuando debe ser un integrante por grupo.

Alumno 18

En la *pregunta 1* el alumno contesta correctamente. Presenta la siguiente evidencia de razonamiento: «Observé que por cada 2 naranjas se hacían 3 vasos de jugo y en la resolución solo dividí el 6 entre 2 para que quedaran 3 pares de naranjas y lo multipliqué por 3, ya que es el número de vasos de jugo obtenido de cada par de naranjas».

La *pregunta 2* es contestada de manera correcta. El alumno presenta evidencia de razonamiento, donde indica: «Usé el mismo razonamiento anterior, solo que a la inversa, dividí el 15 entre 3 para que me dieran 5 pares de naranjas y solo multipliqué por 2 para obtener el número total de naranjas necesarias».

En la *pregunta 3* el alumno contesta correctamente. Argumenta: «Decidí comprar el péndulo 1 y el 3, ya que tienen el mismo peso, pero diferente longitud y de esta manera es más óptimo hacer la comparación, debido a que se compararían pesos iguales con longitudes diferentes».

La *pregunta 4* el alumno la contesta correctamente. Argumenta: «Comparo el péndulo 1 y el 4 porque solo se quiere observar si hay un cambio al aumentar el peso y la longitud debe ser igual».

La *pregunta 5* es contestada de manera correcta, con un argumento correcto.

En la *pregunta 6* es contestada correctamente, con un argumento correcto.

La *pregunta 7* es contestada de manera correcta. Argumenta: «Se observa una mayor cantidad de ratones con cola negra si son grandes, 16 de cada 22, mientras que los pequeños hay menor cantidad de ratones con cola negra, 2 de cada 8».

La *pregunta 8* es contestada correctamente. El alumno presenta la siguiente evidencia de razonamiento: «3 de cada 7 peces grandes tienen rayas anchas y 9 de cada 21 peces pequeños tienen rayas anchas, si simplificamos $9/21$ da $3/7$ que es la misma probabilidad de que uno grande tenga rayas anchas, por lo tanto es igual de probable que las tenga uno grande y uno chico».

La *pregunta 9* es contestada correctamente.

La *pregunta 10* es contestada de manera correcta.

Alumno 19

El alumno contesta correctamente las 10 interrogantes. Solo en las preguntas 7 y 8 argumenta su razonamiento y lo hace de manera correcta.

Alumno 20

El alumno contesta correctamente las 10 preguntas y realiza una serie de argumentos a las respuestas de las preguntas 1, 2, 6 y 8 todos de manera asertiva.

Alumno 21

En la *pregunta 3* el alumno da una respuesta incorrecta, eligiendo un razonamiento correcto.

En la *pregunta 4* elige una respuesta incorrecta utilizando un razonamiento correcto. El alumno, tanto en la pregunta 3 como en la 4, conoce las respuestas; sin embargo, no se da tiempo para analizar bien cuál opción es la correcta, puesto que el razonamiento elegido es el correcto.

La *pregunta 5* es contestada incorrectamente eligiendo una razón incorrecta. La respuesta no corresponde con la razón elegida. El alumno no presenta evidencia de argumento.

En la *pregunta 6* el alumno contesta incorrectamente, eligiendo la razón correcta.

La *pregunta 7* es contestada correctamente eligiendo una razón incorrecta que no tiene nada que ver con lo que se estaba preguntando. La razón correcta se encuentra inmersa en la razón número 1, que dice: «8/11 de los ratones gordos tienen rabo negro y $\frac{3}{4}$ de los ratones delgados tienen rabo blanco».

La *pregunta 8* es contestada correctamente eligiendo una razón correcta.

Las *preguntas 9 y 10* no las alcanzó a contestar, ya que se tuvo que retirar.

Alumno 22

La *pregunta 1* es contestada incorrectamente eligiendo una razón incorrecta; sin embargo, ambas tienen relación. No presenta evidencia de argumento.

La *pregunta 2* es contestada de manera incorrecta, eligiendo una razón incorrecta, y ambas sí tienen relación. La razón correcta es la 1 donde se indica: «El número de vasos de jugo y el número de naranjas estarán siempre en la relación 3 a 2».

La *pregunta 3* es contestada correctamente eligiendo una razón incorrecta; ambas no tienen relación. La única forma de tener relación es que el alumno confunda la longitud con el peso.

La *pregunta 4* es contestada incorrectamente y elige una razón incorrecta; ambas no tienen relación.

En la *pregunta 5* el alumno contesta incorrectamente, eligiendo una razón correcta; ambas no tienen relación.

La *pregunta 6* es contestada de manera incorrecta, eligiendo una razón incorrecta, pero ambas tienen relación. La razón correcta se encuentra en la razón 5, donde se indica: «Siete de 21 semillas darán flores rojas». Sin embargo, plasma un argumento correcto donde indica: « $\frac{1}{2}$ tomate y $\frac{1}{3}$ de zanahoria».

La *pregunta 7* es contestada correctamente, eligiendo una razón correcta.

En la *pregunta 8* se contesta correctamente eligiendo una razón correcta.

La *pregunta 9* es contestada en una tercera parte; es decir, de 24 combinaciones posibles solo presentó ocho.

La *pregunta 10* no fue contestada.

Alumno 23

La *pregunta 1* es contestada incorrectamente, eligiendo una respuesta incorrecta; sin embargo, ambas tienen relación.

En la *pregunta 2* el alumno contesta incorrectamente eligiendo una razón incorrecta; no obstante, ambas tienen relación.

La *pregunta 3* es contestada correctamente eligiendo una razón correcta.

En la *pregunta 4* contesta incorrectamente eligiendo una razón incorrecta, pero ambas con relación.

La *pregunta 5* es contestada incorrectamente, eligiendo una razón incorrecta y sin relación en ambas.

La *pregunta 6* es contestada incorrectamente, eligiendo una razón correcta; el alumno no supo la equivalencia de fracciones para elegir la respuesta correcta.

En la *pregunta 7* el alumno contesta correctamente, eligiendo una razón incorrecta; ambas no tienen relación.

La *pregunta 8* es contestada correctamente, eligiendo una razón correcta.

La *pregunta 9* contestó 24 combinaciones de 27.

En la *pregunta 10* el alumno contestó incorrectamente, solo anotó 19 permutaciones de 24.

Alumno 24

La *pregunta 6* es contestada correctamente, eligiendo una razón incorrecta; el alumno no plasma argumento.

Alumno 25

La *pregunta 3* es respondida incorrectamente eligiendo una razón incorrecta y plasmando un argumento incorrecto; ambas no presentan relación.

La *pregunta 7* es contestada incorrectamente, eligiendo una razón incorrecta, ambas no tienen relación.

Alumno 26

En la *pregunta 8* el alumno contesta incorrectamente, eligiendo una razón incorrecta; ambas no tienen relación. Por otra parte, su argumento también es incorrecto.

Alumno 27

En la pregunta 5 es contestada incorrectamente, eligiendo una razón incorrecta; sin embargo, ambas con relación, el alumno argumenta correctamente que la mitad de las semillas son de tomate y la otra mitad de zanahoria.

La *pregunta 7* el alumno la contesta correctamente, eligiendo una razón incorrecta, ambas sin relación; además, no plasma argumento.

La *pregunta 8* es contestada incorrectamente, eligiendo una razón correcta, no tienen relación respuesta y razón. El alumno no plasma argumento.

A continuación, se muestra un análisis de cada alumno para conocer cómo indicó: respuesta y razón; además, si coincide respuesta con razón.

Alumno 1

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 2

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Mal	No
2	Mal	Bien	No
3	Mal	Bien	No
4	Bien	Mal	No
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	Sí
7	Bien	Mal	No
8	Bien	Mal	No

Alumno 3

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Mal	Sí
2	Mal	Bien	No
3	Mal	Bien	No
4	Mal	Mal	No
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Mal	Sí
7	Bien	Mal	No
8	Mal	Mal	No

Alumno 4

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Mal	No
2	Bien	Mal	No
3	Mal	Mal	Sí
4	Mal	Bien	No
5	Mal	Bien	No
6	Mal	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 5

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien		
2	Mal	Mal	No
3	Bien	Bien	Sí
4	Mal	Mal	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Mal	Bien	No

Alumno 6

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Mal	Mal	No
3	Mal	Mal	No
4	Bien	Mal	No
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Bien	No
7	Mal	Mal	No
8	Bien	Mal	No

Alumno 7

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Bien	No
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 8

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Mal	No
2	Mal	Mal	Sí
3	Mal	Mal	Sí
4	Mal	Mal	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Mal	Mal	No

Alumno 9

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Mal	No
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 10

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Mal	No
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 11

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Mal	Sí
2	Mal	Mal	No
3	Mal	Mal	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	No
7	Mal	Bien	No
8	Mal	Mal	No

Alumno 12

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Mal	No
2	Mal	Mal	No
3	Mal	Mal	Sí
4	Mal	Mal	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Mal	No

Alumno 13

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Mal	No
2	Mal	Mal	No
3	Mal	Mal	Sí
4	Mal	Mal	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Bien	Sí
7	Bien	Mal	No
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 14

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Mal	Mal	Sí
4	Mal	Mal	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Bien	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Mal	Bien	No

Alumno 15

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Mal	Sí
2	Bien	Mal	No
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Mal	Sí
7	Bien	Mal	No
8	Mal	Bien	No

Alumno 16

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Mal	Sí
2	Mal	Mal	Sí
3	Mal	Bien	No
4	Mal	Mal	Sí
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Bien	Sí
7	Bien	Mal	No
8	Bien	Mal	No

Alumno 17

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Mal	Sí
2	Mal	Mal	No
3	Mal	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Bien	No
7	Mal	Mal	No
8	Bien	Mal	Mal

Alumno 18

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 19

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 20

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Si
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 21

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Mal	Bien	No
4	Mal	Bien	No
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Bien	No
7	Bien	Mal	No
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 22

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Mal	Sí
2	Mal	Mal	Sí
3	Bien	Mal	No
4	Bien	Mal	No
5	Mal	Bien	No
6	Mal	Mal	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 23

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Mal	Sí
2	Mal	Mal	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Mal	Mal	Sí
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Bien	No
7	Bien	Mal	No
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 24

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 25

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Mal	Mal	No
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Mal	Mal	No
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 26

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Mal	Mal	No

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Mal	No
8	Mal	Bien	No

En la propuesta de categorización se tomó en cuenta la respuesta y razón brindadas por el alumno y si estos tienen o no relación entre sí; se consideró que si un alumno responde una pregunta y además elige la razón correcta de cómo lo realizó, con eso se tienen suficientes elementos para saber cómo tiene estructurado su razonamiento. Por otro lado, se detectó que entre las razones propuestas, además de la acertada, hay otras que se consideran ciertas. Fue de esta manera que surgió la nueva propuesta de categorización que contempla agrupar por respuesta y razón, con la finalidad de encuadrar el pensamiento lógico del estudiante.

3.4.6. Propuesta de categorización tomando en cuenta respuesta-razón y si coinciden entre sí

Categoría	Respuesta	Razón	Respuesta-Razón
1	Bien	Bien	Sí coincide
2	Mal	Bien	Sí
3	Mal	Bien	No
4	Mal	Mal	Sí
5	Bien	Mal	Sí
6	Bien	Mal	No
7	Mal	Mal	No

Agrupación de estudiantes por número de pregunta que están en cada categoría

Alumno	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5	Preg. 6	Preg. 7	Preg. 8
1	1	1	1	1	1	6	1	1
2	7	3	3	6	4	4	6	6
3	4	3	3	7	7	4	6	7
4	6	6	4	3	3	7	1	1
5		7	1	4	1	1	1	3
6	1	7	7	6	7	3	7	6
7	3	1	1	1	4	7	1	1
8	6	4	4	4	4	4	1	7
9	1	1	1	1	1	1	6	1
10	1	6	1	1	7	7	1	1
11	7	7	4	1	4	7	3	7
12	6	7	4	4	4	4	1	6
13	7	7	4	4	4	2	6	1
14	1	1	4	4	4	6	1	3
15	4	6	1	1	7	4	6	3
16	4	4	3	4	7	2	6	6
17	4	7	2	1	7	3	7	6
18	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	3	3	7	3	6	1
22	4	4	6	6	3	4	1	1
23	4	4	1	4	7	3	6	1
24	1	1	1	1	1	6	1	1
25	1	1	7	1	1	1	7	1
26	1	1	1	1	1	1	1	7
27	1	1	1	1	4	1	6	3

Concentrado de cantidad de estudiantes por número de pregunta que está en cada categoría

Categorías	1	2	3	4	5	6	7
Preg. 1	13	0	1	6	0	3	3
Preg. 2	12	0	2	4	0	3	6
Preg. 3	13	1	4	6	0	1	2
Preg. 4	14	0	2	7	0	3	1
Preg. 5	9	0	2	8	0	0	8
Preg. 6	8	2	4	6	0	3	6
Preg. 7	14	0	1	0	0	9	3
Preg. 8	14	0	4	0	0	5	4

Alumnos que contestaron erróneamente eligiendo una razón correcta

De los 27 alumnos, la pregunta 1: solo uno respondió mal y eligió la razón 1.

De los 27 alumnos, la pregunta 2: dos respondieron mal y eligieron la razón 1 correctamente.

De los 27 alumnos, la pregunta 3: cinco respondieron mal y eligieron la razón 5 de manera correcta.

De los 27 alumnos, la pregunta 4: dos respondieron mal y eligieron la razón 4.

De los 27 alumnos, la pregunta 5: dos respondieron erróneamente y eligieron la razón 4 correctamente.

De los 27 alumnos, la pregunta 6: seis respondieron mal y eligieron la razón 5 de manera correcta.

De los 27 alumnos, la pregunta 7: uno respondió erróneamente y eligió la razón 1 correctamente.

De los 27 alumnos, la pregunta 8: cuatro respondieron mal y eligieron la razón 4 de manera correcta.

Alumnos que responden mal eligiendo una razón correcta

Núm. de Pregunta	Alumnos que respondieron mal y eligen razón correcta	Alumnos
1	1	7
2	2	2 y 3
3	5	2, 3, 16, 17 y 21
4	2	4 y 21
5	2	4 y 22
6	6	6, 13, 16, 17, 21 y 23
7	1	11
8	4	5, 14, 15 y 27

De acuerdo con los resultados del TOLT aplicado a los estudiantes de la Facultad de Informática Culiacán, lo esquemas de razonamiento que obtuvieron mayor desempeño son Control de Variables y Correlación, y el esquema de razonamiento que obtuvo más bajo desempeño es Probabilidad. Se considera que los resultados de este test son alarmantes, debido a que sólo un esquema supera el 50% de ítems resueltos correctamente.

Esquemas de razonamiento	Ítems	% respuestas correctas
Proporcionalidad	1 y 2	46
Control de variables	3 y 4	50
Probabilidad	5 y 6	31
Correlación	7 y 8	52

Analizando los resultados del pre-test (TRL), aplicado a los grupos experimentales, siendo estos los grupos 1 y 3, de las siete categorías en que se clasifican los resultados de la aplicación del test con los estudiantes de licenciatura de la escuela de Informática, en cinco tenemos el caso de que no coincide el resultado con el argumento del estudiante. En esta dificultad de la no consistencia de un resultado con su argumento se involucran diversos factores, entre ellos el razonamiento lógico; es decir, es a través de un pensamiento lógico que se logra el proceso cognitivo mediante el cual se obtiene la consistencia del razonamiento para llegar a una conclusión (Flores, 2011).

En los estudiantes observamos resultados inconsistentes con sus argumentos, lo que implica una falla en el pensamiento crítico, reflexivo y en el razonamiento lógico.

3.5 Propuesta de intervención

Entonces, con toda la información detallada, consideramos que es de suma importancia que en los estudiantes se desarrolle el razonamiento lógico necesario para adquirir un pensamiento computacional que les permita desarrollar programas de cómputo en algún lenguaje de programación.

Para fines de este trabajo, se decidió que la forma de abordar la situación problemática sea mediante un taller (mejorando el razonamiento lógico), en el que, además de capacitar al alumno, analizaremos el razonamiento lógico del alumno inicial y revisaremos su desarrollo final.

Habiendo mostrado los resultados de nuestra experimentación en donde son evidentes las fallas de los estudiantes en el razonamiento lógico (componente esencial del pensamiento computacional), se formula la siguiente propuesta:

Se diseñará un taller en donde los estudiantes interactúen con diversas situaciones problemáticas en las que el proceso de argumentación de resultados se enfatizará.

Basándonos en el modelo de la Sociedad Internacional de la Tecnología y Educación y la Asociación de profesores de Informática, es importante que en la capacitación al alumno futuro programador se incluya:

1. Formular problemas de manera que se permita el uso de un ordenador y otras herramientas.
2. Organizar y analizar lógicamente la información.
3. Representar la información a través de abstracciones, como los modelos y las simulaciones
4. Automatizar soluciones haciendo uso del pensamiento algorítmico (pasos ordenados para llegar a una solución).
5. Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objetivo de lograr la combinación más efectiva y eficiente de pasos y recursos.
6. Generalizar y transferir este proceso de resolución de problemas para ser capaz de resolver una gran variedad de familias de problemas.

De todas estas características necesarias para el desarrollo de un pensamiento computacional, tomaremos en cuenta principalmente en nuestro taller la que indica «Organizar y analizar lógicamente la información», y situaciones problemáticas relacionadas con el uso de la lógica. En este sentido, estamos tomando en cuenta a Fuentes y Miranda (2017), quienes indican que «el pensamiento computacional es una habilidad muy relacionada con la lógica, la creatividad y la resolución de problemas, así que su medición podría realizarse de diversas maneras» (p. 578).

El curso taller está integrado por tres actividades que tienen como objetivo en común ayudar a mejorar distintos aspectos inmersos en el razonamiento lógico de los estudiantes.

Sandoval, González y González (2015, p. 31), manifiestan que «La inteligencia lógica-matemática está considerada como una de las más importantes para la resolución de problemas».

De acuerdo con Godoy (2015, p. 185), «Los juegos didácticos son atractivos y motivadores, captan la atención de los estudiantes».

Según Manrique y Gallego (2013, p. 105), la manipulación de material didáctico «Favorece el proceso de aprendizaje en los estudiantes, gracias al contacto práctico-lúdico».

Por tanto, se propone el diseño y aplicación de un taller orientado a mejorar (en sentido más general, alterar) el principal factor. Luego se avalúa de nuevo el factor principal (pos-test), con la finalidad de medir el impacto de las actividades del taller en el nivel del principal factor mediante la diferencia de las evaluaciones pre y post-test.

Chesñear (1994) concluye que «La recursión es uno de los temas que mayor fascinación ejerce sobre los estudiantes que adquieren sus primeras vivencias en programación a nivel universitario y, a la vez, evidencia a la recursión como herramienta de la programación».

Otros docentes investigadores de la Universidad de Castilla, en la experiencia «Identificando algunas causas del fracaso en el aprendizaje de la recursividad: análisis experimental en las asignaturas de programación», demuestran que la recursividad es una herramienta poderosa para resolver problemas complejos. Sin embargo, se trata de uno de los conceptos más difíciles de entender para los alumnos que están aprendiendo a programar. Los autores describen una experiencia desarrollada en las asignaturas Fundamentos de Programación I y Metodología de la Programación en la Escuela Superior de Informática en Ciudad Real, cuyo objetivo era identificar las necesidades del alumnado al enfrentarse a la asimilación del concepto de recursividad (Lacave, Molina y Giralt, 2013).

En otra investigación similar, Cardona y Jaramillo (2015) deducen que los aspectos más problemáticos son los relacionados con la vuelta atrás, la recuperación de valores en las llamadas anteriores, así como el funcionamiento de la recursividad en los casos en los que hay múltiples llamadas recursivas (Cardona y Jaramillo, 2015).

De acuerdo con García-Peñalvo (2016d), Wing (2006, 2008) y Zapata-Ros (2015), los esfuerzos recientemente se han orientado mayormente a convertir a nuestros jóvenes en usuarios de herramientas informáticas. Esto ha pasado de ser necesario a ser insuficiente, porque el uso de aplicaciones software es un lenguaje digital que queda obsoleto en un tiempo

que no es proporcional al esfuerzo invertido en adquirir las destrezas. Por ello, el reto está en preparar a nuestros jóvenes para enfrentarse al mundo en el que les tocará vivir, dotándolos de las herramientas cognitivas necesarias para desenvolverse con éxito en el mundo digital; es decir, en lugar de enseñarles solo la sintaxis de un lenguaje cambiante, se les debe instruir en las reglas que permiten conocer cómo se construye el lenguaje digital. Surge así el pensamiento computacional como paradigma de trabajo y la programación como herramienta para resolver problemas.

Es un problema cultural que los estudiantes de informática hagan las cosas de manera mecánica. Los estudiantes están más acostumbrados a usar herramientas informáticas que a aprender destrezas necesarias para resolver problemas. Es el caso en que se les presenta un problema y tardan más tiempo buscando la solución en internet que si se pusieran a pensar cómo resolver dicho problema utilizando su razonamiento lógico; por ello, se ha formulado la siguiente propuesta:

3.5.1 Contenidos del taller (Fomentando el razonamiento lógico)

En este espacio se expresan los propósitos de las actividades del taller y el marco teórico del que se parte para su diseño y pertinencia en el desarrollo del razonamiento lógico.

3.5.1.1 Actividad 1. Las torres de Hanoi

Resolver el problema de las torres de Hanoi implica la búsqueda de patrones para encontrar alguna de las soluciones y posteriormente soluciones más óptimas.

Este tipo de problemas fomenta en el estudiante la reflexión y la discusión con otros compañeros, porque al ser un problema no rutinario requiere de un trabajo cognitivo fuerte que implica explorar, discutir, decidir y revisar su proceso, entre otros procesos importantes para lograr el desarrollo de un pensamiento estructurado, parte importante del pensamiento computacional.

Uno de los conceptos básicos del razonamiento lógico es que su desarrollo incide directamente en la habilidad para resolver problemas no rutinarios.

Realizar programas en lenguajes computacionales es un problema no rutinario que requiere analizar, reflexionar, explorar y optimizar tiempos e instrucciones. Que el alumno realice actividades como las torres de Hanoi es un apoyo importante para mejorar el razonamiento lógico y con eso desarrollar un pensamiento estructurado que permita en algún momento dar el salto al pensamiento computacional.

Se pretende utilizar un juego de estrategia para explorar el razonamiento lógico en la resolución de problemas que les permita encontrar la relación algebraica que encuentre el menor número de jugadas necesarias para resolver el juego.

Esta propuesta consiste en mejorar las habilidades de resolución de problemas en las sucesiones buscando la menor cantidad de pasos que se puedan utilizar para la organización de los discos de las torres de Hanoi bajo las normas establecidas por las mismas torres de Hanoi.

1. Explicación del problema. Iniciaremos el taller utilizando un juego de estrategia para explorar y mejorar el razonamiento lógico en la resolución de problemas; se tratará de encontrar la relación algebraica que halle el menor número de jugadas necesarias para resolver cada problema (Rodrigues, Rezende, Queiroz y MEC-MCT, 2013); el juego es un clásico llamado torres de Hanoi, para introducir a los alumnos en la resolución de problemas de recursividad.

El juego de las torres de Hanoi consiste en tres torres de igual tamaño colocadas sobre una plataforma. La primera contiene n discos apilados de mayor a menor. El objetivo del juego es mover n discos de la torre 1 a la torre 3, usando la torre 2 como auxiliar, bajo la condición de que solo puede moverse un disco a la vez y en ningún momento un disco de mayor tamaño puede quedar encima de uno más pequeño.

En esta etapa se consideraron los problemas más sencillos y más prácticos, demostrando a los alumnos paso a paso su desarrollo. La solución del problema se planteó de la siguiente manera:

El caso más simple se presenta cuando la cantidad de discos n es 1. La solución es directa; consiste en moverlo desde la torre 1 hacia la torre 3. Si n es 2, la solución nuevamente es sencilla; movemos el disco 1 a la torre 2, el disco 2 a la torre 3 y nuevamente el disco 1 de la torre 2 a la torre 3.

Cada paso de la explicación se llevará a cabo manipulando una torre de Hanoi real.

2. Se pedirá a los alumnos que se formen en binas de acuerdo con el criterio de afinidad (equipos de dos integrantes).
3. Luego se les planteará que deben realizar la actividad para tres discos y luego para cuatro y así sucesivamente, hasta llegar a siete discos.

Para ello, se les proporcionará una hoja de respuestas (apéndice VI), donde tendrán que ir marcando la cantidad de movimientos necesarios para n discos, así como los intentos realizados con cada caso.

3.5.1.2 Actividad 2. Acertijos lógicos (las jarras)

Con esta actividad, se busca solucionar un problema de proporcionalidad, donde se promueve la correlación, proporcionalidad y control de variables, entre otros, que son algunos de los componentes de razonamiento lógico. En el Apéndice VI se encuentra a detalle la actividad.

La idea de esta actividad es que los alumnos planteen un algoritmo para solucionar problemas; por tratarse de un problema no rutinario, los estudiantes usan los elementos cognitivos implicados en el razonamiento lógico para establecer dicho algoritmo, tales como:

1. Entender el problema.
2. Preparar un plan (primeros intentos), aunque se lleven un número considerable de pasos, que pueden reducirse a medida que avanzan.
3. Logran desde su perspectiva un algoritmo más eficiente, con el menor número de pasos posible.
4. Finalmente, resuelven el problema.

Para lo anterior, los estudiantes usan las operaciones básicas de suma y resta.

Dentro del pensamiento computacional se encuentra el pensamiento lógico. Hay una serie de actividades que permiten desarrollarlo. Una de ellas son los acertijos lógicos. Al respecto, Pery y Godoy (1998) afirman que un acertijo lógico consiste en un tipo de problema que se presenta con un enunciado en el que se describe una situación, pero en forma

incompleta, con datos fragmentarios y pistas indirectas. La solución del problema consiste en obtener todos los datos que describen la situación aludida. Esta solución suele obtenerse mediante un proceso de deducción y eliminación. Los trabajos prácticos basados en acertijos han demostrado poseer un efecto motivador en los estudiantes, desde adolescentes hasta alumnos de los últimos años de la carrera de Sistemas; entre los últimos se ha llegado a niveles de dificultad que constituyen verdaderos desafíos intelectuales.

El siguiente ejercicio promueve la estimulación de algunos de los componentes de razonamiento lógico, como son correlación, proporcionalidad y control de variables, entre otros.

Los jarros de agua

1. Breve explicación del problema.

Consideremos dos jarras, 1 y 2, de diferente medida; la primera con capacidad de A litros y la otra con capacidad de B litros, siendo A y B enteros positivos y A mayor que B. Ninguna de las dos tiene marcas que permitan medir las cantidades que no sean las de sus propias capacidades; solo se permite vaciar o llenar la jarra, o verter líquido de una jarra a otra. Para ello, hay una llave que permite llenar las jarras con agua y un sumidero donde se pueden vaciar las mismas. El problema consiste en encontrar la mayor cantidad de volúmenes distintos de agua explicando en cada caso la secuencia de llenado, vaciado y trasvase de cada una.

Ejemplo: supongamos que las jarras 1 y 2 tienen capacidad de 5 y 3 litros, respectivamente.

Caso 1: 5 litros.

Secuencia: se llena la jarra 1.

Caso 2: 2 litros.

Secuencia: se llena la jarra 1 y se vacía a la jarra 2.

2. Se forman las binas (se pide a los alumnos que se formen en parejas o equipos de dos integrantes).
3. Se informa a los alumnos que el equipo ganador será quien realice el mayor número de casos y los valide frente a grupo.

4. Se establecen por el grupo los volúmenes de las jarras (distintos a los del ejemplo de preferencia).
5. Empieza la competencia de la actividad.

Nota: esta actividad continúa en dependencia de la actitud, es decir, se desarrolla en un tiempo suficiente para despertar su interés y expertiz en la actividad, de tal forma que no se llegue a la monotonía. Para ello, existen las siguientes condiciones: que se mantengan motivados y que dejen hacer las otras actividades propuestas para el taller.



¿Cuáles son las cantidades en litros que podemos servir?

El siguiente juego de estrategia en el nivel licenciatura se utiliza para reforzar la flexibilidad mental de los alumnos.

3.5.1.3. Actividad 3. El arijuego

La actividad consiste en que, a partir de cinco números, los estudiantes puedan obtener una carta llamada carta objetivo. El detalle está en los apéndices. Esta actividad la trabajan utilizando todas las operaciones básicas, es decir, se agregan la multiplicación y la división.

En esta actividad, a medida que los estudiantes utilizan la multiplicación o división, además de la suma y la resta, logran un modelo de solución más eficiente.

1. Explicación del problema

Se tienen cinco cartas con números del 1 al 15, con las cuales habrá de obtenerse el número de la carta objetivo utilizando todas las cartas abiertas y haciendo uso de las operaciones básicas, en este caso suma, resta, multiplicación y división, además de haber utilizado las cinco cartas y no repetir ninguna de las cinco. La razón fundamental de este juego es obtener el número de la «carta objetivo» con las cinco cartas «abiertas», de la siguiente manera:

Ejemplo: cartas: 8, 3, 12, 10, 5 carta objetivo: 6

Operaciones: $10 - 8 = 2$

$2 \times 5 = 10$

$12 / 3 = 4$

$10 - 4 = 6$

Y se grita «¡arijuego!»

Reglas del juego

- a. Cada una de las cinco cartas debe emplearse una sola ocasión.
 - b. Las operaciones permitidas son: sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, pudiendo repetir cualquiera de estas o dejar de usar las que sea necesario para lograr encontrar la carta objetivo.
 - c. Las operaciones aritméticas se hacen con ayuda de lápiz y papel; cuando se haya conocido la mecánica del juego, así como adquirido la habilidad de las operaciones, estas se han de realizar mentalmente.
 - d. El primer jugador que resuelva el problema gritará «¡arijuego!» y deberá explicar su respuesta; los jugadores recibirán un punto por cada juego ganado, en caso de que cuando se explique la respuesta y se observe que el jugador se equivocó, a este se le restará un punto. Los demás seguirán intentando, pero él quedará fuera de esa jugada hasta que una nueva partida sea distribuida.
 - e. En caso de que suceda que ningún jugador pueda obtener su propia solución en un tiempo de 10 minutos, una nueva partida será distribuida.
2. Se pide los alumnos formar equipos de cuatro integrantes
 3. Se distribuyen cinco cartas visibles a cada equipo; luego, se exhibe una sexta carta, la cual llamamos «carta objetivo», e inicia el juego.

Cuestionamientos al término de la actividad experimental

1. ¿Qué operaciones usas más? ¿Cuáles menos? ¿Por qué?
2. ¿Cuál propiedad de los números estás aplicando cuando cambias de un lugar a otro las cartas?
3. ¿Cuál propiedad de los números estás aplicando cuando unes el resultado de dos cartas?
4. El uso de las propiedades de los números enteros, como conmutatividad, asociatividad, distributividad, ¿son útiles en el desarrollo del juego? ¿Por qué?

3.6 Análisis y resultados del taller

3.6.1 Análisis de la primera actividad: torres de Hanoi

Alumnos que integran cada equipo.

Número de equipo	Número de alumno
1	19 y 20
2	7
3	6
4	8
5	1 y 4
6	10
7	18 y 21
8	5 y 22
9	23
10	14 y 25
11	17
12	2 y 12
13	15
14	11
15	13 y 16
16	3 y 27
17	9 y 24
18	26

Cantidad máxima de discos utilizados.

Número de equipo	Cantidad de discos a los que llegaron
1	7
2	7
3	7
4	6
5	5
6	7
7	6
8	7
9	7
10	7
11	7
12	7
13	5
14	7
15	7
16	6
17	5
18	5

Número de movimientos que realizó cada equipo con tres discos en adelante.

Cantidad de discos	3		4	Nuevo intento		5	Nuevo intento			6		7	
Equipo 1			17 mov			70 mov				105		172	
Equipo 2			15			55	31			63		127	
Equipo 3			16	15		35	31			63		127	
Equipo 4			15			33	31			63			
Equipo 5			23	15		31							
Equipo 6			16	15		31				63		127	
Equipo 7			15			35	31			67	63		
Equipo 8	1 1	7	17	15		31				63		127	
Equipo 9			27	19	1 5	100	36	33	31	69	63	138	127
Equipo 10	7	10	18	19	2 1	x	X	x	45	142	267	206	
Equipo 11	7		27	15		80	42			230		350	
Equipo 12	7		21			139	79			114		116	
Equipo 13	9	11	25	31	2 8	50	32						
Equipo 14	7		17	19	1 5	59	41	37	31	171	63	121	127
Equipo 15	7		47	16		47	45			80		180	
Equipo 16	7		17	17		57	90	49		144			
Equipo 17	2		19			37							
Equipo 18	7		16	21/17/ 19/18	1 5	34	31						

Contiene la última cantidad de movimientos realizada.

Equipo	4 Discos			5 Discos			6 Discos			7 Discos		
	# Mínimo de mov.	Mov. que realizó	Diferencia	# Mínimo de mov.	Mov. que realizó	Diferencia	# Mínimo de mov.	Mov. que realizó	Diferencia	# Mínimo de mov.	Mov. que realizó	Diferencia
1	15	17	2	31	70	39	63	105	42	127	172	46
2	15	15	0	31	31	0	63	63	0	127	127	0
3	15	15	0	31	31	0	63	63	0	127	127	0
4	15	15	0	31	31	0	63	63	0	-	-	-
5	15	15	0	31	31	0	63	-	-	-	-	-
6	15	15	0	31	31	0	63	63	0	127	127	0
7	15	15	0	31	31	0	63	63	0	-	-	-
8	15	15	0	31	31	0	63	63	0	127	127	0
9	15	15	0	31	31	0	63	63	0	127	127	0
10	15	18	3	31	35	4	63	142	79	127	206	79
11	15	15	0	31	42	11	63	230	167	127	350	223
12	15	21	6	31	79	48	63	114	51	127	116	11
13	15	25	10	31	32	1	63					
14	15	15	0	31	31	0	63	63	0	127	121	6
15	15	16	1	31	45	14	63	80	17	127	180	53
16	15	17	2	31	49	18	63	144	81			
17	15	19	4	31	37	6						
18	15	16	1	31	31	0						

Analizando la pregunta 2, donde se indica lo siguiente: busca el patrón entre los números de movimientos, ¿ese patrón lo puedes indicar con palabras?

# Equipo	Expresa
1	Argumento en forma lógica para asegurar movimiento de disco Incluyendo solo funciones para # de disco impar.
2	Argumento correcto
3	Argumento incorrecto
4	Argumento incorrecto, pero cierto (todos los números de movimientos son impares)
5	Argumento en forma lógica para asegurar movimiento de disco Incluyendo solo funciones para # de disco impar
6	Argumento correcto
7	Argumento incorrecto
8	Argumento correcto
9	Argumento correcto
10	Argumento incorrecto
11	Argumento incorrecto
12	Argumento incorrecto
13	Argumento incorrecto
14	Argumento correcto
15	Argumento incorrecto
16	Argumento incorrecto
17	Argumento correcto
18	Argumento en forma lógica para asegurar movimiento de disco incluyendo solo funciones para # de disco impar

Clasificación de argumentos

Argumento	Expresa
1	Argumento correcto
2	Argumento en forma lógica para asegurar movimiento de disco incluyendo solo funciones para # de disco impar
3	Argumento incorrecto, pero cierto (todos los números de movimientos son impares)
4	Argumento incorrecto

Argumentos por equipo

Argumento	Equipos
1	2, 6, 8, 9, 14, y 17
2	1, 5 y 18
3	4
4	3, 7, 10, 11, 12, 13, 15 y 16

En la Pregunta 4, donde se pide lo siguiente: describe el plan que se te ocurre elaborar para llevar una cierta cantidad de aros de una torre a otra.

Equipo 1: seguir el algoritmo e ir almacenando como están acomodados los aros en un cierto número de movimientos.

Equipo 2: cuando le agregamos un disco, vamos a empezar con el número anterior de movimientos y de discos los que estarán en el auxiliar.

Equipo 3: los discos siempre serán consecutivos y repetitivos en todos los niveles.

Equipo 4: empezamos descubriendo a qué se debe llegar y después fuimos hacia atrás para hacer los mínimos movimientos posibles.

Equipo 5: para lograr extraer el aro más grande y llevarlo hasta el final, haremos que el primer movimiento a ejercer con el aro más pequeño debe llevarse al final cuando se tiene una cantidad impar de aros y en el medio si la cantidad es par.

Equipo 6: empezamos con el de la derecha, luego el del centro, luego el del centro a la derecha y sacamos otro disco, y así con todos.

Equipo 7: el mismo plan descrito.

Equipo 8: tratar siempre de mover el más pequeño al principio y que en la torre de apoyo haya quedado el penúltimo más grande.

Equipo 9: los movimientos tienen un patrón de zigzag, en donde la pieza más pequeña es el punto de inicio y final y todos los movimientos están calculados por la misma fórmula $+ \text{de movimientos} \times 2 + 1$ del primer movimiento.

Equipo 10: mover uno a la derecha y otro a la izquierda, luego acomodas el aro más pequeño sobre la más grande y lo acomodas en el que sigue.

Equipo 11: no sabría explicarlo.

Equipo 12: pasar de aro más chico a más grande.

Equipo 13: se debe pasar primero las partes superiores a la tercera y luego al medio y así consecutivamente.

Equipo 14: el total de movimientos que te dio más el mismo resultado más 1.

Equipo 15: haciendo torres para dejar un espacio en el cual poníamos el círculo del tamaño indicado.

Equipo 16: girar la tablita.

Equipo 17: un patrón de movimientos de izquierda a derecha o viceversa.

Equipo 18: mover el disco de arriba a un lugar vacío y el de debajo de él a otro, y luego el más pequeño encimarlo dentro del otro.

Conclusiones del taller, primera parte (torres de Hanoi)

Es importante aclarar la importancia y la motivación lograda con el juego de las torres de Hanoi. La actividad estaba planeada para una hora y se hizo en dos, debido a la motivación que despertó en los alumnos este tipo de actividad. Los alumnos se desarrollaron en buena forma, resultándoles factible la manipulación del material didáctico y el desarrollo de las consignas. Se consideró que este tipo de actividades contribuye mucho a desarrollar en ellos la resolución de problemas recursivos; empero, no pudieron esbozar cada uno de los planteos y procedimientos recursivos.

Como puede apreciarse en la tabla siguiente, de acuerdo con la cantidad máxima de discos utilizados por equipo, se llega a la conclusión de que el 54.55% de los equipos manipuló la mayor cantidad de discos que se reque-

ría, en este caso siete. El 18.18% llegó a practicar con seis discos y el resto utilizó cinco, llegando a un porcentaje del 27.27%, con lo cual se concluye que la mayoría de los equipos manipuló buena cantidad de discos, ya que la mayoría llegó a utilizar arriba de la media de cantidad de discos; en este caso, la media es seis discos.

3.6.2 Análisis de la segunda actividad (jarras)

Análisis de la jarras

Alumno	Problema 1 (29 comb.)			Problema 2 (19 comb.)			Problema 3 (20 comb.)		
	Total	Bien	Mal	Total	Bien	Mal	Total	Bien	Mal
1	21	20	1	16	14	2	15	15	0
2	11	9	2	7	7	0	7	7	0
3	17	17	0						
4	29	28	1	19	19	0	20	20	0
5	29	27	2	19	19	0	20	20	0
7	30	27	3	19	17	2	20	20	0
8	24	23	1	17	17	0			
9	12	12	0	11	7	4	12	12	0
10	29	29	0	19	19	0	20	20	0
11	7	5	2	5	4	1			
12	17	0	0	4	4	0	4	2	2
13	Hizo otro ejercicio			4	4	0			
14	19	18	1						
15	18	15	3						
16	16	11	5						
17	17	12	5						
18	30	30	0	19	19	0	9	9	0
21	23	16	7	12	10	2	7	7	0
22	14	12	2	7	7	0	3	3	0
23	12	12	0	12	12	0	10	10	0
24	23	22	1						
25	15	14	1						
26	28	22	6						
27	16	15	1						

Se observa en las columnas 4, 7 y 10, que conforme avanzaba la actividad se disminuía la cantidad de errores.

Ejercicio 1 (29 combinaciones posibles)

Alumno	Total	Bien	% Bien	Mal	% Mal
1	21	20	95.24	1	4.76
2	11	9	81.82	2	18.18
3	17	17	100.00	0	0.00
4	29	28	96.55	1	3.45
5	29	27	93.10	2	6.90
7	30	27	90.00	3	10.00
8	24	23	95.83	1	4.17
9	12	12	100.00	0	0.00
10	29	29	100.00	0	0.00
11	7	5	71.43	2	28.57
12	17	0	0.00	0	0.00
13	Realizó otro ejercicio				
14	19	18	94.74	1	5.26
15	18	15	83.33	3	16.67
16	16	11	68.75	5	31.25
17	17	12	70.59	5	29.41
18	30	30	100.00	0	0.00
21	23	16	69.57	7	30.43
22	14	12	85.71	2	14.29
23	12	12	100.00	0	0.00
24	23	22	95.65	1	4.35
25	15	14	93.33	1	6.67
26	28	22	78.57	6	21.43
27	16	15	93.75	1	6.25

Ejercicio 2 (19 combinaciones posibles)

Alumno	Total	Bien	% Bien	Mal	% Mal
1	16	14	87.50	2	12.50
2	7	7	100.00	0	0.00
3					
4	19	19	100.00	0	0.00
5	19	19	100.00	0	0.00
7	19	17	89.47	2	10.53
8	17	17	100.00	0	0.00
9	11	7	63.64	4	36.36
10	19	19	100.00	0	0.00
11	5	4	80.00	1	20.00
12	4	4	100.00	0	0.00
13	4	4	100.00	0	0.00
14					
15					
16					
17					
18	19	19	100.00	0	0.00
21	12	10	83.33	2	16.67
22	7	7	100.00	0	0.00
23	12	12	100.00	0	0.00
24					
25					
26					
27					

Ejercicio 3 (20 combinaciones posibles)

Alumno	Total	Bien	% Bien	Mal	% Mal
1	15	15	100.00	0	0.00
2	7	7	100.00	0	0.00
3					
4	20	20	100.00	0	0.00
5	20	20	100.00	0	0.00
7	20	20	100.00	0	0.00
8					
9	12	12	100.00	0	0.00
10	20	20	100.00	0	0.00
11	4	2	50.00	2	50.00
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18	9	9	100.00	0	0.00
21	7	7	100.00	0	0.00
22	3	3	100.00	0	0.00
23	10	10	100.00	0	0.00
24					
25					
26					
27					

2. ¿Qué tanto te gusto la actividad?					
# Alumno	Mucho	Algo	Solo un poco	Muy Poco	Nada
1	X				
2	X				
3				X	
4	X				
5		X			
7	X				
8		X			
9		X			
10			X		
11		X			
12		X			
13		X			
14				X	
15	X				
16			X		
17	X				
18		X			
19	X				
20		X			
21	X				
22			X		
23		X			
24		X			
25	X				
27		X			

3. ¿Qué tanto te dificultó la actividad?					
# Alumno	Mucho	Algo	Solo un poco	Muy Poco	Nada
1		X			
2				X	
3				X	
4			X		
5			X		
7			X		
8			X		
9		X			
10				X	
11		X			
12		X			
13		X			
14					X
15		X			
16			X		
17					
18			X		
19					X
20			X		
21			X		
22			X		
23			X		
24				X	
25		X			
27				X	
5. ¿Qué tanto disfrutaste trabajar la actividad en equipo?					
# Alumno	Mucho	Algo	Solo un poco	Muy Poco	Nada
1	X				
2		X			
3				X	
4		X			
5			X		
7					X
8			X		
9		X			
10	X				
11			X		
12		X			
13		X			
14		X			
15		X			
16			X		
17	X				
18	X				
19	X				
20	X				
21	X				
22	X				
23		X			
24		X			
25	X				
27	X				

6. ¿Qué tan de acuerdo estás con la siguiente afirmación? El tiempo en que resolvías los problemas disminuía a medida que avanzaba la actividad					
# Alumno	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1		X			
2		X			
3		X			
4		X			
5	X				
7	X				
8	X				
9				X	
10	X				
11			X		
12	X				
13			X		
14		X			
15	X				
16		X			
17	X				
18		X			
19	X				
20	X				
21		X			
22		X			
23		X			
24		X			
25		X			
27		X			

Conclusiones del taller. Segunda parte

Al terminar la actividad, se pidió a los alumnos que contestaran una pequeña encuesta acerca de la actividad. Como primera pregunta, se les pidió que eligieran qué tanto les gustó la actividad. De los 25 alumnos que realizaron la actividad, solo dos dijeron que les gustó poco, tres contestaron que solo un poco y 11 objetaron que la actividad les había gustado algo y los otros nueve dijeron que la actividad les gustó mucho; por tanto, se puede afirmar que al 80% de los alumnos les gustó la actividad. En la siguiente interrogante se les cuestiona acerca de qué tanto se les complicó la actividad. Los alumnos respondieron que a ninguno se le complicó mucho la actividad, a siete se le dificultó algo, a 10 solo un poco, cinco muy poco y a dos nada, lo cual nos indica que la actividad no se le dificultó al 68% de los alumnos.

En la siguiente pregunta, ¿qué tanto disfrutaste trabajar la actividad en equipo?, 19 alumnos contestaron que mucho y algo, lo cual nos da un 76%

de alumnos que disfrutó la actividad en equipo; del resto de ellos, cuatro mencionan que solo un poco, solo un alumno dice que muy poco y uno dice que nada disfrutó la actividad en equipo. En la última interrogante acerca de qué tan de acuerdo estaban que el tiempo en que resolvían los problemas disminuía a medida que avanzaba la actividad, dos alumnos se mantienen neutrales contestando ni en acuerdo ni en desacuerdo, solo un alumno respondió en desacuerdo; los demás 22 alumnos respondieron que están de acuerdo y totalmente de acuerdo, lo que indica que para la mayoría de los alumnos la actividad resultó de su agrado.

3.6.3 Análisis de la tercera actividad: arijuego

Análisis cualitativo de arijuego
 Uso de operadores

Alumno 1

Problema 1	+	-	-	-
Problema 2	+	/	+	*
Problema 3	+	-	-	-
Problema 4	+	+	/	-
Problema 5	+	-	*	+

Alumno 1. En el primer problema utilizó solo sumas y restas. En el problema 2 utilizó, además de sumas, divisiones y multiplicaciones; en el tercer problema manejó sumas y restas y al problema 4 le agregó divisiones a las sumas y restas; en el quinto y último problema utilizó sumas, restas y multiplicaciones, lo cual nos indica que el alumno 1 agregó las operaciones básicas de multiplicación y división, además de la suma y la resta, conforme fue avanzando la actividad programada

El *alumno 1* menciona que al principio de la actividad utilizó los operadores de más, menos (suma y resta), lo cual corresponde con su respuesta en el problema 1; en la interrogante 7, donde se le pide que escriba los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al final de la actividad, el alumno responde: «más, entre, más» (suma, división, suma), lo cual coincide con lo plasmado en los siguientes problemas; solo le faltó mencionar la multiplicación.

Alumno 3

Problema 1	-	+	+	-
Problema 2	/	-	*	+
Problema 3	-	*	*	-
Problema 4				
Problema 5				

El Alumno 5 solo realizó hasta el problema 3.

El *alumno 3* utilizó dos sumas y dos restas en el problema 1, y en el segundo problema manejó división, resta, multiplicación y suma. En el problema 3 utilizó dos restas y dos multiplicaciones.

Al cuestionar al alumno 5 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas, al principio de la actividad responde: «+ - / *». Y al final de la actividad responde: «+ -», lo cual coincide con lo plasmado en las respuestas a los problemas 1, 2 y 3.

Alumno 4

Problema 1	+	-	-	-
Problema 2	+	-	-	-
Problema 3	+	-	-	-
Problema 4	+	*	-	-
Problema 5	+	-	*	+

Alumno 4. En los problemas 1, 2 y 3, únicamente utilizó sumas y restas, en el ejercicio 4 y 5 incorpora la multiplicación, además de las sumas y restas. Conforme fue avanzando la actividad, el alumno logra incorporar más operaciones básicas, además de la suma y resta. Sin embargo, en una encuesta de opinión que se le realizó al alumno menciona que utilizó todos los operadores desde el inicio hasta el final, lo cual no concuerda con lo que plasma al resolver los ejercicios.

Al cuestionar al alumno 4 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad, responde: «+ - / *». Y al final de la actividad responde: «+ - / *»; el alumno es coherente con lo que plasma en el inicio de la actividad y al final solo que durante la resolución de los cinco problemas no utilizó la división.

Alumno 5

Problema 1	+	-	-	-
Problema 2	/	+	-	*
Problema 3	-	-	*	
Problema 4	*	-	-	-
Problema 5	+	-	*	+

El *alumno 5*, en el ejercicio 1 utiliza suma, resta y división. En el problema 2 incorpora las cuatro operaciones básicas; en los ejercicios 3, 4 y 5, el alumno usa las siguientes operaciones básicas: suma, resta y multiplicación. Logra resolver de manera excelente todos los ejercicios propuestos. De acuerdo con la encuesta de opinión que se le realizó al alumno, indica que en el inicio de la actividad solo utiliza las operaciones básicas de suma y resta, y al final de la actividad incorpora la multiplicación, además de la suma y la resta, lo cual se contradice un poco, pues el alumno en el segundo ejercicio incorpora la división.

Alumno 5. Al cuestionarle los operadores el orden de utilización para resolver los problemas al inicio y al final de la actividad, responde: «sumar, restar, dividir y multiplicar» en ambas respuestas, lo cual coincide con el trabajo realizado en los cinco problemas.

Alumno 6

Problema 1	+	+	-	-
Problema 2	+	-	-	-
Problema 3	+	-	-	+
Problema 4	*	-	-	+
Problema 5	+	-	*	+

En el *problema 4* repitió el número 18, producto de multiplicar $6 * 3$; sin embargo llegó al resultado correcto. Durante los problemas 1, 2 y 3, utilizó solo sumas y restas, en la resolución de los problema 4 y 5 agregó una multiplicación, además de sumas y restas.

Al *alumno 6* se le pidió que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad y responde: «con suma y resta». Y al final de la actividad, el alumno contesta: «multiplicación, resta, suma», lo cual es correcto con lo plasmado en las respuestas a los problemas.

Alumno 7

Problema 1	+	+	-	-
Problema 2	-	-	+	+
Problema 3	+	-	-	-
Problema 4	*	-	-	-
Problema 5	+	-	*	+

El *alumno 7*, en los ejercicios 1, 2 y 3, solo utilizó sumas y restas; en los problemas 4 y 5 incorpora la multiplicación, además de la suma y la resta. En la encuesta de opinión realizada al alumno en cuanto al orden de utilización de los operadores básicos este responde: «- + / *». En la otra pregunta, de acuerdo con el orden de utilización de los operadores al final de la actividad, el alumno responde lo siguiente: «* / + - », con lo cual se contradice un poco, puesto que los hechos nos dicen que inició solo con sumas y restas y de acuerdo con lo que menciona utilizar al final de la actividad el alumno dice utilizar la división sin haberla usado.

Alumno 8

Problema 1	+	-	*	-
Problema 2	+	-	-	-
Problema 3	+	-	+	-
Problema 4	+	-	-	/
Problema 5	+	-	*	+

Alumno 8. En los problemas 1, 2, 3 y 4, solo utilizó sumas y restas y en el ejercicio 5 logra utilizar la multiplicación. En la encuesta donde se le pide que escriban los operadores en orden de utilización al inicio de la actividad, el alumno responde: «en las primeras solo era sumar y restar». En la siguiente pregunta, donde se le cuestiona al alumno que escriba los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al final de la actividad: «suma, resta, multiplicación y división».

El *alumno 8*, al cuestionarle que escriba los operadores en orden de utilización al principio de la actividad, responde: «en las primeras solo era sumar y restar»; si bien es cierto, le faltó incluir una operación de multiplicación que realizó en el problema 1; en la siguiente interrogante, donde se le pide que escriba los operadores en orden de utilización para resolver

los problemas al final de la actividad, el alumno menciona: «suma, resta, multiplicación y división», lo cual se considera correcto.

Alumno 9

Problema 1	+	+	+	-
Problema 2	*	+	/	/
Problema 3	*	+	/	/
Problema 4				
Problema 5				

El *alumno 9*, durante el problema 1, utilizó tres sumas y una resta de manera correcta. En el problema 2 utilizó la multiplicación, suma y resta, obteniendo un resultado correcto. Durante la ejecución del problema 3 utilizó los mismos operadores que en el problema 2, obteniendo de igual manera un resultado correcto; además, no realizó los ejercicios 4 y 5.

Se cuestionó al *alumno 9* a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad, respondió: «+ -». Y al final de la actividad, el alumno respondió: «/ * +», lo cual coincide con lo plasmado en las respuestas a los problemas.

Alumno 10

Problema 1	/	+	/	/
Problema 2	-	*	-	*
Problema 3	-	+	+	-
Problema 4	-	-	+	/
Problema 5	+	-	*	+

Alumno 10. En el problema 1 utilizó tres divisiones y una suma logrando obtener el resultado correcto. En el ejercicio 2 utilizó dos restas y dos multiplicaciones; su resultado fue correcto. En el problema 3 manejó dos restas y dos sumas logrando un resultado acertado. Durante el ejercicio 4 el alumno utilizó dos restas, una suma y una división, logrando con ello responder correctamente el ejercicio. En el problema 5 utilizó dos sumas, una resta y una multiplicación. En la encuesta realizada al alumno en la pregunta 6, donde se le pide escribir el orden de utilización de los operadores al inicio de la actividad, el alumno contesta: «+ - * /» En la pregunta

7, donde se le cuestiona acerca del orden de utilización de los operadores al final de la actividad, el alumno responde: «+ - * /», con lo cual se contradice, ya que en el problema 1 utilizó divisiones.

Alumno 11

Problema 1	-	-	-	
Problema 2	*	/	+	+
Problema 3	-	-	+	+
Problema 4	+	+	/	+
Problema 5	+	+	/	

Alumno 11. En el problema 1 le faltó utilizar el número 2, el cual era producto de una resta de número 12 menos 10.

En el problema 4 repite el número 6.

En el problema 5 hizo incorrectamente la última operación (división).

Se cuestionó al alumno 11 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad. Respuesta: «al principio, después resté y después sumé y hay entró la multiplicación». Y al final de actividad, el alumno responde: «suma, resta y multiplicar», lo cual coincide con lo plasmado en las respuestas a los problemas, con lo cual se llega a la conclusión de que el alumno 11 se contradice con lo plasmado en la resolución de problemas y en la respuesta a las interrogantes.

Problema 1	+	-	-	-
Problema 2	+	-	-	-
Problema 3	+	+	-	-
Problema 4				
Problema 5				

Alumno 13

El *alumno 13*, en el problema 1, encontró el resultado correcto, sin embargo, utilizó dos veces el mismo número (4) y dejó de utilizar el número 10; el alumno plasma más de un intento por resolver el ejercicio. El problema 2 lo resolvió correctamente utilizando una suma y tres restas; se observa

que el alumno intentó resolverlo en más de tres ocasiones. El ejercicio 3 fue contestado correctamente utilizando dos sumas y dos restas. El problema 4 plasma intentos fallidos por resolver el problema. El ejercicio 5 solo es anotado.

Al cuestionar al alumno acerca de que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad, responde: «(+---)» y en la interrogante 7, donde se le pide que escriba lo operadores en orden de utilización para resolver los problemas al final de la actividad, el alumno responde: «esperar a terminar». Se considera que el alumno no logró entender la interrogante o pudo contestar así porque no pudo contestar los ejercicios 4 y 5.

Alumno 14

Problema 1	+	*	-	-
Problema 2	+	+	-	+
Problema 3	+	+	-	-
Problema 4	*	-	*	-
Problema 5	-	*	+	+

El *alumno 14*, para resolver el primer problema, utilizó una suma, una multiplicación y dos restas. Durante el problema 2 utilizó tres sumas y una resta. En la resolución del tercer problema utilizó dos sumas y dos restas. En el problema 4 dos multiplicaciones y dos restas. Para resolver el quinto problema, una resta, una multiplicación y dos sumas.

Alumno 15

Problema 1				
Problema 2	+	-	+	-
Problema 3	+	+	-	-
Problema 4	-	-	+	/
Problema 5				

El *alumno 15* no realizó los problemas 1 y 5. En la resolución de los problemas 2 y 3 utilizó dos sumas y dos restas. Para resolver el problema 4, dos restas, una suma y una división. Se cuestionó al alumno 27 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al prin-

cipio de la actividad; responde: «suma y resta». Y al final de la actividad, el alumno responde: «resta y división», lo cual coincide con lo plasmado en las respuestas a los problemas.

Alumno 16

Problema 1	+	+	+	-
Problema 2	+	-	-	-
Problema 3	+	+	-	-
Problema 4	+	/	-	+
Problema 5	-	+	*	+

El *alumno 16*, para resolver el problema 1, utilizó tres sumas y una resta. En el segundo problema una suma y tres restas. Durante la resolución del problema 3 dos sumas y dos restas. En el problema 4 utilizó una suma, una división, una resta y una suma.

Se cuestionó al alumno 16 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad; responde: «+ - * /». Y al final de la actividad, el alumno responde: «+ - * /»; el alumno inició resolviendo con sumas y restas durante los problemas 1, 2 y 3. En el problema 4 agregó la división y por último en el quinto problema añadió la multiplicación, lo cual coincide con lo plasmado por el alumno de los operadores que utilizó al final de la actividad.

Alumno 17

Problema 1				
Problema 2	+	-	+	-
Problema 3	+	+	-	-
Problema 4	-	-	+	/
Problema 5				

Alumno 17. No realizó ejercicio 1 y 5; en el problema 2 cambió el número 6 por el 10; finalmente, lo resolvió de manera correcta. Faltó hacer el ejercicio 5.

Se cuestionó al alumno 17 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad; el alumno responde: «* / + -». Y al final de la actividad contesta: «las multi-

plicaciones y divisiones». El alumno, durante los problemas 2 y 3, utilizó solo sumas y restas y en el cuarto y último problema agregó la división. Por tanto, el alumno se contradice de lo realizado con lo plasmado en las respuestas a las interrogantes, ya que dice haber utilizado multiplicaciones y divisiones en el inicio de la actividad, y durante la resolución de los problemas nunca utilizó multiplicación.

Alumno 18

Problema 1	+	-	-	-
Problema 2	-	-	+	*
Problema 3	+	-	-	-
Problema 4	-	+	-	/
Problema 5	-	*	+	+

El *alumno 18*, en el problema 2, se confundió y repitió el número 2 y dejó de utilizar el 3.

Se cuestionó al alumno 18 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad; responde: «suma y resta». Y al final de la actividad el alumno responde: «suma, resta, multiplicación y división», lo cual coincide con lo plasmado en las respuestas a los problemas.

Alumno 19

Problema 1	+	-	-	-
Problema 2	*	/	+	+
Problema 3	+	-	-	-
Problema 4	*	-	*	-
Problema 5	-	*	+	+

El *alumno 19* responde los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad; son «sumas y restas». Y al final de la actividad el alumno responde: «multiplicación y división», lo que coincide con lo plasmado en las respuestas a los problemas. El alumno en el problema 1 utilizó sumas y restas. En el segundo problema agregó la multiplicación y la división, lo cual coincide con lo plasmado en las respuestas.

Alumno 20

Problema 1	+	-	-	-
Problema 2	-	-	+	+
Problema 3	+	-	+	-
Problema 4	*	-	-	-
Problema 5	-	*	+	+

Se cuestionó al alumno 20 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad; responde: «+ - * /». Y al final de la actividad el alumno responde: «- + / *». El alumno, en los problemas 1, 2 y 3, utilizó solo sumas y restas. En el problema 4 y 5 agregó la multiplicación; lo que plasmó como respuesta coincide con lo plasmado en el trabajo realizado, solo que nunca utilizó divisiones.

Alumno 21

Problema 1	+	-	-	-
Problema 2	-	-	+	+
Problema 3	+	-	-	+
Problema 4	-	*	/	-
Problema 5	-	*	+	+

Se cuestionó al alumno 21 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad; responde: «(+) (-)», lo cual coincide con el trabajo realizado en el inicio de la actividad, puesto que los problemas 1, 2 y 3 los resolvió utilizando sumas y restas.

Cuando se le pidió que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al final de la actividad, el alumno responde: «(+) (-) (%) (/)», lo cual no coincide con lo plasmado en las respuestas a los problemas. El alumno confundió el símbolo de porcentaje con la multiplicación, puesto que terminó utilizando, además de las sumas y restas, la multiplicación y la división.

Alumno 22

Problema 1	+	-	/	-
Problema 2	-	-	+	+
Problema 3	+	-	-	-
Problema 4	*	-	-	-
Problema 5	+	+	-	-

El *alumno* 22, en el problema 5, utilizó dos veces el número 2 y dejó de utilizar el número 1.

Se cuestionó al alumno 22 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad; responde: «suma y resta». Y al final de la actividad el alumno responde: «multiplicación y resta». El alumno, durante los problemas 1, 2, 3 y 5, utilizó sumas y restas, y una división en el problema 1; en el problema 4 agregó la multiplicación. Lo que plasmó como respuesta coincide con lo plasmado en el trabajo realizado, solo con la variación de que en el inicio utilizó el operador de división.

Alumno 23

Problema 1	+	-	-	-
Problema 2	+	-	-	-
Problema 3	+	-	-	-
Problema 4	*	-	-	-
Problema 5	-	*	+	+

Se cuestionó al alumno 23 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad; responde: «+ * - +». Al final de la actividad el alumno responde: «+ - + -». El alumno, durante los problemas 1, 2 y 3, utilizó solo sumas y restas. En el cuarto y quinto problema agregó la multiplicación, lo que plasmó como respuesta, lo que no coincide con lo plasmado en el trabajo realizado, ya que el alumno terminó utilizando multiplicaciones y solo plasmó multiplicaciones.

Alumno 24

Problema 1	/	-	-	-
Problema 2	+	-	-	+
Problema 3	+	-	-	+
Problema 4				
Problema 5				

El *alumno 24* únicamente realizó tres ejercicios.

El alumno 24, al cuestionarlo a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad, responde: «/ - -». Al final de la actividad, el alumno responde: «+ - -». El alumno en los problemas 1, 2 y 3, utilizó solo sumas y restas. En el problema 1 utilizó la división, lo que plasmó como respuesta coincide con lo plasmado en el trabajo realizado.

Alumno 25

Problema 1	+	+	-	-
Problema 2	+	+	+	-
Problema 3	+	+	+	-
Problema 4	+	-	-	/
Problema 5	-	*	+	+

Alumno 26

Problema 1					
Problema 2	+	-	-		
Problema 3	-	-	*	*	
Problema 4	-	-	/	*	
Problema 5	+	*	-	+	+

El *alumno 26* no realizó el problema 1; en el ejercicio 2 no utilizó ni anotó el número 6; sin embargo, llegó a la solución del problema. En el ejercicio 4 le faltó incluir al número 1, el cual es producto de una resta de 11 menos 10. El problema 5 se resolvió de manera incorrecta, debido a que el alumno no logró realizar una suma.

Se cuestionó al alumno 26 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad; respon-

de: «1 suma 3 multiplicación». Y al final de la actividad el alumno responde: «2 resta 4 división». El alumno en los problemas 2, 3, 4 y 5, utilizó solo sumas, restas y en el tercer, cuarto y quinto problema agregó la multiplicación. En el problema 4 utilizó una división; lo que plasmó como respuesta no coincide con lo plasmado en el trabajo realizado.

Alumno 27

Problema 1	+	-	+	-
Problema 2	*	-	*	*
Problema 3	-	+	-	+
Problema 4	*	-	*	-
Problema 5	+	/	*	+

Se cuestionó al alumno 27 a que escribiera los operadores en orden de utilización para resolver los problemas al principio de la actividad; responde: «+ - * /». Y al final de la actividad el alumno responde: «+ / * +». El alumno, durante los problemas 1, 2, 3, 4 y 5, utilizó solo sumas y restas. En los problemas 2, 4 y 5, agregó la multiplicación y en el problema 5 utilizó la división. Lo que plasmó como respuesta coincide con lo plasmado en el trabajo realizado, solo con la variación de que la división únicamente la utilizó al final de la actividad y no en el inició, como él lo menciona.

Cantidad de ejercicios realizados correctamente o incorrectamente por alumno

Alumno	Contestó		No contestó				
	Cantidad	Cuáles	Cantidad	Cuáles	Correctas	Incorrectas	Cuáles
1	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
3	3	1, 2 y 3	2	4 y 5	3	0	
4	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
5	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
6	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	4	1	4
7	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
8	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
9	3	1, 2 y 3	2	4 y 5	3	0	
10	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
11	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	2	3	1, 4 y 5
13	3	1, 2 y 3	2	4 y 5	2	1	1
14	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
15	3	2, 3 y 4	2	1 y 5	3	0	
16	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
17	3	2, 3 y 4	2	1 y 5	3	0	
18	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	4	1	2
19	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
20	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
21	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
22	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	4	1	5
23	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
24	3	1, 2 y 3	2	4 y 5	3	0	
25	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	
26	4	2, 3, 4 y 5	1	1	3	1	5
27	5	1, 2, 3, 4 y 5	0	0	5	0	

En la actividad de «arijuego» entre los ejercicios no contestados se encuentran 1, 4 y 5 (tabla 3.2, columna 5). La dificultad en el problema 1 radica en la etapa de generación de estrategias del nuevo ejercicio, es decir, juego nuevo; todavía no lo entienden bien y no logran realizar el primer ejercicio.

Para los ejercicios 4 y 5 estos últimos se deben a la complejidad a medida que avanzaba la actividad. La dificultad para la resolución de los ejercicios también iba en aumento.

Se observa que cuando son dos siempre están ligados el ejercicio 1 y el 5 o el 4 y el 5; el 1, como se mencionó, es algo nuevo y no sabes qué va pasar, mientras que el 4 y el 5 es la velocidad para resolver.

De los que no hicieron todos los ejercicios, 7 de 28 alumnos, el 86% no contestó dos ejercicios y solo un alumno; o sea, el 14% no contestó un ejercicio, el cual fue el primero, y el resto fue el primero y el último o los dos últimos, lo que se puede justificar que fallaron el 1, por estarse enfrentando a un problema nuevo que requería una estructura mental; no todos tenemos la misma habilidad para asimilar, y el 4 y 5 debido al tiempo.

Lo fuerte de la estrategia radica en el ejercicio 2 y 3, las etapas de maduración de la estrategia, mientras que el ejercicio 1 es la asimilación e implementación de la estrategia, y en el 4 y 5 empiezan a jugar los factores de complejidad y velocidad. La evidencia clara de que este ejercicio del taller cumplió su objetivo es que el 100% de los estudiantes contestó los ejercicios 2 y 3.

Se aprecia que los cinco alumnos que contestaron incorrectamente; la mayoría (3 de 5 alumnos) lo hicieron en el ejercicio 5. Esto puede atribuirse a que los ejercicios iban en aumento de complejidad.

Continuando con el análisis en la siguiente tabla se muestra la apreciación de los alumnos de utilización de la operaciones básicas al inicio y al final de la actividad.

Apreciación de los alumnos de utilización de las operaciones básicas en el inicio y final de la actividad (respuestas a las preguntas 6 y 7)

	Suma	Resta	Multiplicación	División
Inicio	24	23	12	11
Fin	18	17	16	15

Como puede verse en la tabla anterior (columnas 4 y 5), los alumnos fueron aumentando su apreciación en cuanto a la utilización de multiplicación y división, a la vez que fueron disminuyendo la suma y resta, como se aprecia en las columnas 2 y 3.

En la apreciación de los alumnos, al final de la actividad tiende a ser homogénea la utilización de los operadores en la resolución de los ejercicios (columnas: 2, 3, 4 y 5).

Utilización de operadores por problema (absoluto y relativo)

	Ejercicio 1				Ejercicio 2			
	Suma	Resta	Multi	División	Suma	Resta	Multi	División
Absoluto	29	51	2	5	37	43	12	7
Relativo	20	21	2	3	23	21	9	6

	Ejercicio 3				Ejercicio 4			
	Suma	Resta	Multi	División	Suma	Resta	Multi	División
Absoluto	37	54	6	2	15	44	15	11
Relativo	22	24	4	1	11	21	12	11

En el ejercicio 4, la muestra está muy cercana al promedio.

	Ejercicio 5			
	Suma	Resta	Multi	División
Absoluto	39	18	17	2
Relativo	19	17	17	2

En el problema 5 (apéndice VI), donde la carta objetivo presenta un valor superior a cualquier otro número de las demás cartas –dichos números son primos, lo que complica el uso de la división–, la tendencia era a utilizar la suma y la multiplicación; por tanto, se complica el uso de la división en la resolución del problema. Sin embargo, la multiplicación está en el mismo nivel de utilización que la suma y la resta.

2. ¿Qué tanto te gustó la actividad?					
# Alumno	Mucho	Algo	Solo un poco	Muy poco	Nada
1		X			
3		X			
4	X				
5		X			
6	X				
7				X	
8		X			
9		X			
10				X	
11		X			
13					X
15		X			
16		X			
17		X			
18		X			
19	X				
20			X		
21	X				
22	X				
23		X			
24		X			
25	X				
26		X			
27	X				

De los 24 alumnos que realizaron la actividad, 7 seleccionaron que la actividad del arijuego les gustó mucho, 13 eligieron que la actividad les gustó algo; un alumno expresó que la actividad le gustó solo un poco, 2 alumnos plasmaron que la actividad del arijuego les gustó muy poco y por último un alumno eligió que la actividad no le gustó nada, lo cual nos indica que esta actividad tuvo gran aceptación entre los estudiantes.

El *alumno 7* eligió la opción de que la actividad del arijuego le había gustado muy poco. Sin embargo, contestó correctamente todos los ejercicios. En la siguiente interrogante acerca de qué tanto se le dificultó la actividad, el alumno elige la opción: mucho. Cabe mencionar que a dicho alumno le tomó cuarenta minutos resolver el quinto y último ejercicio, con lo cual podemos afirmar que por ello la actividad le pareció un poco difícil, debido a la frustración que le causó no terminar pronto; esto se debe a que, a medida que aumentaban los ejercicios, su complejidad también se incrementaba, con la finalidad de que los alumnos incluyeran las operaciones básicas de multiplicación y división mientras avanzaban en los ejercicios.

El *alumno 10* eligió la opción de que la actividad del arijuego le había gustado muy poco, pero contestó correctamente los cinco ejercicios. Sin

embargo, se puede observar que el ejercicio 5 se le dificultó más que los demás, ya que plasmó varios intentos por resolverlo, debido a que la dificultad de los ejercicios iba en aumento.

El *alumno 13* eligió la opción de que la actividad del arijuego no le había gustado nada. Sin embargo, en el trabajo del alumno se observa que se le dificultó la actividad, puesto que en el ejercicio 1 repitió un número y dejó de utilizar otro. En el problema 2 se observan más de dos intentos por resolver; finalmente, lo resuelve de manera correcta. Los ejercicios 4 y 5 no fueron resueltos, pero se aprecia una serie de intentos en el ejercicio 4, mientras que el 5 solo quedó anotado.

3. ¿Qué tanto se te dificultó la actividad?					
# Alumno	Mucho	Algo	Solo un poco	Muy poco	Nada
1		X			
3		X			
4		X			
5		X			
6		X			
7	X				
8		X			
9		X			
10			X		
11		X			
13			X		
15	X				
16			X		
17			X		
18				X	
19					X
20		X			
21			X		
22					X
23			X		
24		X			
25		X			
26			X		
27			X		

En cuanto a la pregunta 3 de la encuesta para la actividad del arijuego, la cual los cuestiona para saber ¿qué tanto se les dificultó la actividad?, de los 24 alumnos, 11 eligieron la opción de que se les había dificultado algo, ocho dijeron que solo un poco, dos mencionan que la actividad no se les dificultó nada, un alumno dice que muy poco y por ultimo solo dos alumnos respondieron que la actividad se le dificultó mucho.

El *alumno 7*, en la interrogante acerca de qué tanto se le dificultó la actividad, elige la opción: mucho. Cabe mencionar que a dicho alumno

le tomó cuarenta minutos realizar el quinto y último ejercicio, con lo cual podemos afirmar que es por ello que la actividad le pareció un poco difícil.

El *alumno 15*, al cuestionarlo sobre qué tanto se le dificultó la actividad, responde: mucho. Esto se debe a que no realizó los problemas 1 y 5. En la pregunta 4, donde se le cuestiona acerca de qué fue lo que más se le dificultó, responde: «todo (en ocasiones me falta un número ya sea para sumar, restar o multiplicar)».

5. ¿Qué tanto disfrutaste trabajar la actividad en equipo?					
# Alumno	Mucho	Algo	Solo un poco	Muy poco	Nada
1		X			
3			X		
4		X			
5		X			
6	X				
7		X			
8		X			
9		X			
10		X			
11		X			
13					X
15		X			
16		X			
17		X			
18		X			
19	X				
20					X
21	X				
22				X	
23		X			
24		X			
25	X				
26		X			
27	X				

En la pregunta 5, de los 24 alumnos que participaron en la actividad, 15 mencionan que disfrutaron algo trabajar la actividad en equipo, 5 eligieron la opción de que les agradó mucho trabajar la actividad en equipo, 1 alumno menciona que les gusto solo un poco y solo dos alumnos eligieron la opción de que no les gustó nada trabajar la actividad en equipo, con lo cual se concluye que a la mayoría del grupo le gustó trabajar la actividad en equipo.

De los dos alumnos, quienes respondieron que no les gustó nada trabajar la actividad en equipo, el alumno 13 –como se menciona en párrafos anteriores– realizó incorrectamente el ejercicio 1, no hizo los ejercicios 4 y

5 y se ve que la actividad le costó trabajo, pues se plasman varios intentos en los ejercicios 1, 2 y 4. En cuanto al alumno 20, en el trabajo se plasma que se le dificultó el ejercicio 1, ya que realizó primero el ejercicio 2, luego el 3, después el 5, después el 4 y al final el ejercicio 1; esto se puede constatar por los tiempos plasmados por el alumno en cada ejercicio. La dificultad en el ejercicio 1 radica en la etapa de generación de estrategias del nuevo ejercicio, es decir, juego nuevo, todavía no lo entienden bien y no lo logran realizar. En cuanto a la pregunta 4, donde se le cuestiona al alumno qué fue lo que más se le dificultó, responde: «tener que pensar cuando no tenía ganas». Esto denota que el alumno no traía una actitud favorable para el trabajo.

6. ¿Qué tan de acuerdo estás con la siguiente afirmación? El tiempo en que resolvías los problemas disminuía a medida que avanzaba la actividad					
# Alumno	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1		X			
3		X			
4			X		
5			X		
6	X				
7					X
8				X	
9				X	
10			X		
11			X		
13			X		
15					X
16		X			
17		X			
18		X			
19	X				
20		X			
21			X		
22	X				
23		X			
24				X	
25				X	
26			X		
27			X		

En la pregunta 6 de la encuesta se observa que la mayoría está de acuerdo en que el tiempo disminuía a medida que avanzaba la actividad; 8 alumnos eligieron la opción de imparcialidad (ni en acuerdo ni en desacuerdo), solo 4 estuvieron en desacuerdo y 2 totalmente en desacuerdo. Uno de ellos fue el alumno 7, a quien le tomó cuarenta minutos realizar el quinto y último

ejercicio, con lo cual podemos afirmar que por ello la actividad le pareció un poco más difícil a medida que esta avanzaba, mientras que el alumno 15 no realizó los ejercicios 1 y 5. Ambos alumnos mencionan que la actividad se les dificultó mucho.

De manera general, se afirma que la actividad cumplió con las expectativas propuestas, debido a que los alumnos, mientras avanzaba la actividad, lograron integrar las operaciones básicas de multiplicación y división (tabla anterior), además de la suma y la resta.

El taller con estas tres actividades implicó un trabajo fuerte por los estudiantes y de la instructora, porque se trata de problemas no rutinarios; es decir, no se resuelven con algún algoritmo común, con procesos conocidos de antemano, sino que su solución implica un proceso que demanda leer correctamente las indicaciones. La comprensión lectora no es uno de los problemas que estamos trabajando en esta investigación, pero es uno de los grandes conflictos para solucionar problemas en matemáticas y para la programación en computación.

Es posible que el alumno inicie procesos de solución o de construcción de algoritmos sin haber entendido el problema en cuestión por falta de una lectura adecuada.

3.7. Análisis del efecto de la intervención en el Factor Principal.

Análisis y resultados del pos-test (TRL)

A continuación, se muestra un análisis de cada alumno para conocer como indicó: respuesta y razón, además si coincide respuesta con razón.

Alumno 1

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 2

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Mal	Bien	No
3	Mal	Mal	Sí
4	Mal	Mal	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	Sí
7	Bien	Mal	No
8	Mal	Mal	No

Alumno 3

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Bien	No
2	Bien	Bien	Sí
3	Mal	Mal	No
4	Mal	Mal	No
5	Bien	Mal	No
6	Bien	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Mal	Bien	No

Alumno 4

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Mal	No
4	Mal	Bien	No
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Bien	No
7	Bien	Mal	No
8	Bien	Mal	No

Alumno 5

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 6

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Mal	Bien	No
2	Mal	Bien	No
3	Bien	Mal	No
4	Mal	Mal	Sí
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Bien	No
7	Mal	Mal	No
8	Bien	Mal	No

Alumno 7

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	No
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 8

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Mal	No
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Bien	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 9

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Mal	Mal	No
2	Mal	Mal	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 10

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 11

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Mal	No
2	Mal	Bien	No
3	Mal	Mal	No
4	Bien	Mal	No
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Mal	No

Alumno 12

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Mal	No
3	Mal	Mal	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	No
7	Mal	Bien	No
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 13

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Bien	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 14

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Mal	Mal	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Mal	Bien	No

Alumno 15

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Mal	No

Alumno 16

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Mal	No

Alumno 17

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Mal	Bien	No
5	Bien	Mal	No
6	Mal	Mal	No
7	Bien	Mal	No
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 18

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Si
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 19

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Mal	No
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Mal	Bien	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 20

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Mal	Bien	No
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 21

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Mal	Bien	No
3	Mal	Bien	No
4	Mal	Bien	No
5	Mal	Mal	No
6	Mal	Bien	No
7	Mal	Mal	No
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 22

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Mal	Bien	No
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 23

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Mal	Mal	No
2	Mal	Bien	No
3	Bien	Bien	Sí
4	Mal	Mal	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Mal	Mal	No
7	Bien	Mal	No
8	Mal	Bien	No

Alumno 24

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Mal	Bien	No

Alumno 25

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Mal	Bien	No
3	Bien	Bien	Sí
4	Mal	Bien	No
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Mal	No
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 26

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp-Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Bien	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Bien	Bien	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Alumno 27

Pregunta	Respuesta	Razón	Resp- Razón
1	Bien	Bien	Sí
2	Bien	Mal	Sí
3	Bien	Bien	Sí
4	Bien	Bien	Sí
5	Mal	Mal	Sí
6	Bien	Bien	Sí
7	Bien	Bien	Sí
8	Bien	Bien	Sí

Agrupación de estudiantes por número de pregunta que están en cada categoría

Alumno	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5	Preg. 6	Preg. 7	Preg. 8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	3	4	4	4	4	6	7
3	3	1	7	7	6	6	1	3
4	1	1	6	3	4	3	6	6
5	1	1	1	1	1	1	1	1
6	3	3	6	4	7	3	7	6
7	1	1	1	1	7	1	1	1
8	1	6	1	1	7	3	1	1
9	7	4	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	4	7	1	1
11	6	3	7	6	4	7	1	6
12	1	6	4	1	4	7	3	1
13	1	1	1	1	7	3	1	1
14	1	1	1	4	1	1	1	3
15	1	1	1	6	4	4	1	3
16	1	1	1	1	4	7	1	6
17	1	1	1	3	6	7	6	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	6	1	1	3	1	1
20	1	1	1	1	1	1	3	1
21	1	3	3	3	7	3	7	1
22	1	1	1	1	1	1	3	1
23	7	3	1	4	4	7	6	3
24	1	1	1	1	1	1	1	3
25	1	3	1	3	1	6	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	5	1	1	4	1	1	1

Concentrado de cantidad de estudiantes por número de pregunta que está en cada categoría

Categorías	1	2	3	4	5	6	7
Preg. 1	22	0	2	0	0	1	2
Preg. 2	17	0	6	4	1	2	0
Preg. 3	19	0	1	2	0	3	2
Preg. 4	16	0	4	4	0	2	1
Preg. 5	11	0	0	9	0	2	5
Preg. 6	11	0	6	2	0	2	6
Preg. 7	18	0	3	0	0	4	2
Preg. 8	17	0	3	0	0	4	1

Esquemas de razonamiento	Ítems	% respuestas correctas
Proporcionalidad	1 y 2	72
Control de variables	3 y 4	65
Probabilidad	5 y 6	41
Correlación	7 y 8	65

Una vez concluido el taller y de acuerdo con la tabla anterior se afirma que en los cuatro esquemas de razonamiento, los alumnos de los grupos experimentales mejoraron su porcentaje de respuestas correctas

3.7.1 Análisis cualitativo de pre y post

Los alumnos que estaban en el nivel 1 se mantuvieron en ese nivel y hubo más alumnos que pasaron a ese nivel el cual es el mejor nivel donde tienen bien organizado su razonamiento lógico; porque contestan correctamente, eligen la razón correcta y coincide respuesta con razón, y disminuyeron los alumnos que estaban en el nivel más bajo. Solo en tres interrogantes se mantiene estable la cantidad de alumnos que eligieron el nivel 7.

Alumno	Pre	Pos
1	1.63	1.00
2	4.88	4.13
3	5.13	4.25
4	3.88	3.75
5	2.25	1.00
6	5.50	4.88
7	2.38	1.75
8	4.25	2.63
9	1.63	2.13
10	3.13	2.13
11	5.00	5.00
12	4.50	3.38
13	4.38	2.00
14	3.00	1.63
15	4.00	2.63
16	4.50	2.75
17	4.63	3.25
18	1.00	1.00
19	1.00	1.88
20	1.00	1.25
21	3.13	3.50
22	3.63	1.25
23	3.75	4.38
24	1.63	1.25
25	2.50	2.13
26	1.75	1.00
27	2.25	1.88

Analizando los datos de la tabla anterior, podemos afirmar que la mayoría de los estudiantes elevó sus niveles de razonamiento lógico; solo cinco de ellos bajaron su nivel y dos más se mantuvieron estables.

Análisis de calificaciones del TRL (pre-pos-test).

Alumno	Pre-test	Post-test	Diferencia
1	8.5	10	1.5
2	0	1	1
3	0	2.5	2.5
4	4	4	0
5	6	10	4
6	2	2	0
7	7	9	2
8	3	7	4
9	8	8	0
10	6.5	8	1.5
11	1	1	0
12	1.5	4	2.5
13	1.5	8	6.5
14	3	8	5
15	2	6	4
16	0	5	5
17	1.5	5	3.5
18	10	8	-2
19	10	9	-1
20	10	9	-1
21	3	3	0
22	2	9	7
23	2.5	3	.5
24	9	9	0
25	5	7	2
26	8	10	2
27	7	8	1

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla 7, donde se compara el pre y post-test, se puede ver claramente en la columna 4 cómo la mayoría de los alumnos mejoró su razonamiento lógico al contestar correctamente algunas interrogantes que contestaban de manera incorrecta. El 66% de los estudiantes logró mejorar su razonamiento lógico mejorando su puntuación en el post-test, el 22% se mantiene estable sin aumentar ni bajar su puntuación y solo el 11% bajó en puntuación respecto al pre, con lo que se considera que pudieran ser objeto de investigaciones a futuro.

3.8. Análisis de la posible relación entre el Factor Principal y el pensamiento computacional

Se presenta un comparativo de las calificaciones de los alumnos obtenidas en la materia de Algoritmia antes de la impartición del taller y Estructura de Datos, después de la impartición del taller de los grupos experimentales.

Comparativo de calificaciones. Grupo 1 (Experimental)

# de Alumno	Algoritmia	Estructura de Datos	
12	8	7	-1
11	5	7	+2
27	9	10	+1
2	8	8	Mantuvo
3	5	7	+2
9	9	9	Mantuvo
15	5	7	+2
26	9	10	+1
24	10	8	-2
17	5	6	+1
16	9	8	-1
13	10	10	Mantuvo
14	8	7	-1
25	5	7	+2

Comparativo de calificaciones. Grupo 2 (Experimental)

#	Algoritmia	Estructura de Datos	
22	8	6	-2
18	10	10	Mantuvo
4	7	6	-1
20	10	10	Mantuvo
5	9	6	-3
19	10	10	Mantuvo
1	10	7	-3
7	10	10	Mantuvo
10	10	10	Mantuvo
8	10	8	-2
21	9	6	-3
6	8	8	Mantuvo
23	7	7	Mantuvo

Grupo 3 (Control)

Algoritmia	Estructura de datos	Diferencia
10	9	-1
10	8	-2
7	6	-1
8	6	-2
8	1	-7
9	6	-3
10	9	-1
9	0	-9
10	9	-1
5	1	-4
8	6	-2
8	7	-1
7	1	-6

Grupo 4 (Control)

Algoritmia	Estructura de datos	Diferencia
10	10	0
10	8	-2
5	5	0
5	0	-5
10	10	0
0	0	0
5	5	0
5	8	3
5	0	-5

De acuerdo con el número de reprobados (5), de 18.5%, se logró que el 100% aprobara la materia consecutiva a Algoritmia en el cuarto semestre de la Licenciatura en Informática.

Análisis transversal por alumno

Torres de Hanoi					Jarras			Arijuego							
Alumno	Algoritmia	Pretest	N° de discos utilizados.		Argumento	Problema 1 % Respues- tas incorrectas	Problema 2 % Respues- tas incorrectas	Problema 3 % Respues- tas incorrectas	Contestó	No contestó		Correctas	Incorrectas	Post-test	Estructura de Datos
1	10	8.5	5	2		4.76 %	12.50 %	0 %	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0		7	1
2	8	0	7	4		18.18 %	0 %	0 %						1	8
3	5	0	6	4		0 %	No lo hizo	No lo realizó	1,2 y 3	4 y 5	3	0		2.5	7
4	7	4	5	2		3.45 %	0 %	0 %	1, 2, 3, 4 y 5	0	5			4	6
5	9	6	7	1		6.90 %	0 %	0 %	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0		10	6
6	8	2	7	4		No hay eviden- cia	No hay eviden- cia	No hay eviden- cia	1, 2, 3, 4 y 5	0	4	1 (4)		2	8
7	10	7	7	1		10 %	10.53 %	0 %	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0		9	10
8	10	3	6	3		4.17 %	0 %	No lo realizó	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0		7	8
9	9	8	5	1		0 %	36.36 %	0 %	1, 2 y 3	4 y 5	3	0		8	9
10	10	6.5	7	1		0 %	0 %	0 %	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0		8	10
11	5	1	7	1		28.57 %	20 %	50 %	1, 2, 3, 4 y 5	0	2	3 (1, 4 y 5)		1	7
12	8	1.5	7	4		0 %	0 %	No lo realizó	No hay evidencia		4	7		24	8
13	10	1.5	7	4		Realizó otro ejercicio	0 %	No lo realizó	1, 2 y 3	4 y 5	2	1(1)		8	10
14	8	3	7	4		5.26 %	No lo realizó	No lo realizó	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0		8	7

Torres de Hanoi			Jarras			Arijuego									
Alumno	Algoritmia	Pretest	N° de discos utilizados.		Argumento	Problema 1 % Respues- tas incorrectas	Problema 2 % Respues- tas incorrectas	Problema 3 % Respues- tas incorrectas	Contestó	No contestó		Correctas	Incorrectas	Post-test	Estructura de Datos
15	5	2	5	4	16.67 %	No lo realizó	No lo realizó	No lo realizó	2, 3 y 4	1 y 5	3	0	6	7	
16	9	0	7	4	31.25 %	No lo realizó	No lo realizó	No lo realizó	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0	5	8	
17	5	1.5	7	4	29.41 %	No lo realizó	No lo realizó	No lo realizó	2, 3 y 4	1 y 5	3	0	5	6	
18	10	10	6	4	0 %	0 %	0 %	0 %	1, 2, 3, 4 y 5	0	4	1 (2)	8	10	
19	10	10	7	2	No hay eviden- cia	No hay eviden- cia	No hay eviden- cia	No hay eviden- cia	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0	9	10	
20	10	10	7	2	No hay eviden- cia	No hay eviden- cia	No hay eviden- cia	No hay eviden- cia	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0	9	10	
21	9	3	6	4	30.43 %	16.67 %	0 %	0 %	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0	3	6	
22	8	2	7	1	14.29 %	0 %	0 %	0 %	1, 2, 3, 4 y 5	0	4	1(5)	9	6	
23	7	2.5	7	1	0 %	0 %	0 %	0 %	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0	3	7	
24	10	9	5	1	4.35 %	No lo realizó	No lo realizó	No lo realizó	1, 2 y 3	4 y 5	3	0	9	8	
25	5	5	7	4	6.67 %	No lo realizó	No lo realizó	No lo realizó	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0	7	7	
26	9	8	5	2	21.43 %	No lo realizó	No lo realizó	No lo realizó	2, 3, 4 y 5	1	3	1(5)	10	10	
27	9	7	6	4	6.25 %	No lo realizó	No lo realizó	No lo realizó	1, 2, 3, 4 y 5	0	5	0	8	10	

Análisis transversal de los alumnos que se encuentran reprobados en Algoritmia y llevaron a cabo el Taller para mejorar su razonamiento lógico.

El alumno 3 reprobó en la materia de Algoritmia; en el taller en la actividad de Torres de Hanoi, logró utilizar una cantidad considerable de discos arriba de la media, pero no consiguió plasmar un argumento co-

recto donde nos indique la ecuación matemática para conocer la mínima cantidad de movimientos para determinados discos. En la siguiente actividad, llamada jarras, hizo el primer ejercicio sin ningún error. El resto no lo cumplió y en la última actividad, conocida como arijuego, logró hacer los tres primeros ejercicios correctamente; el resto no los realizó. Esto se debe a que la complejidad de los ejercicios iba en aumento. Como actividad previa al taller, al alumno se le aplicó una evaluación llamada pre-test y al finalizar el taller se le volvió a aplicar la misma prueba con la finalidad de conocer si había logrado mejorar su nivel de razonamiento lógico. Logró avanzar 2.5 puntos en el pre y pos-test; además, se constató con sus calificaciones en la materia consecutiva a la Algoritmia en el cuarto semestre de la Licenciatura en Informática; la materia se llama Estructura de Datos (en la que los alumnos deben plasmar todo lo aprendido en cuanto a recursividad, pilas, listas, colas, entre otras, es decir, todo lo referente a la programación), el alumno logró aprobar la materia obteniendo un 7 de calificación, lo cual indica que logró mejorar su nivel de razonamiento lógico con la realización del taller.

El *alumno 11* está reprobado en la materia de Algoritmia. Durante la primera actividad del taller, llamada Torres de Hanoi, logró utilizar la cantidad máxima de discos, en este caso son 7; además, pudo encontrar un patrón que indica la cantidad mínima de movimientos para n discos, durante la segunda actividad, llamada jarras; en el primer ejercicio de las 29 combinaciones posibles hizo 7, de las cuales 5 son correctas y 2 incorrectas. En el segundo ejercicio, de 19 combinaciones realizó 5: 4 correctas y una incorrecta; en el tercer ejercicio de 20 combinaciones logró realizar 4, 2 correctas y dos incorrectas. En la tercera actividad, llamada arijuego, en el primer ejercicio le faltó utilizar un número; los ejercicios 2 y 3 fueron contestados correctamente. En el ejercicio 4 repitió el número 6 y en el ejercicio 5 realizó incorrectamente la última operación (una división). Sin embargo, en los cinco ejercicios llegó al resultado correcto. Esto se debe a que el ejercicio 1, por ser una actividad nueva, a los alumnos les cuesta trabajo adaptarse y entender las reglas, y los errores en los ejercicios 4 y 5 se deben a la complejidad de los ejercicios de arijuego a medida que avanzaba la actividad. Como actividad previa al taller, al alumno se le aplicó una evaluación llamada pre-test y al finalizar el taller se le volvió a aplicar

la misma prueba, con la finalidad de conocer si el alumno había logrado mejorar su nivel de razonamiento lógico; el alumno no logró avanzar en el pre y pos-test. Además de esta prueba, se constató con sus calificaciones en la materia consecutiva a la Algoritmia en el cuarto semestre de la Licenciatura en Informática; la materia se llama Estructura de Datos (en la que los alumnos deben plasmar todo lo aprendido en cuanto a recursividad, pilas, listas, colas, entre otras), es decir, todo lo referente a la programación), el alumno logró aprobar la materia obteniendo un 7 de calificación, lo cual nos indica que logró mejorar su nivel de razonamiento lógico con la realización del taller.

El *alumno 15* está reprobado en la materia de Algoritmia con una calificación de 5. En la primera parte del taller, las torres de Hanoi, el alumno logró utilizar 5 discos, lo cual se considera una buena cantidad arriba de la media; sin embargo, no pudo plasmar la ecuación matemática que resuelve la mínima cantidad de movimientos requeridos para n discos. En la segunda actividad del taller, llamada jarras, en el ejercicio 1, de 29 combinaciones posibles logró 18; de ellas, 15 están correctas y 3 incorrectas. Los ejercicios 2 y 3 no los hizo. En la actividad 3, denominada arijuego, el alumno hizo los ejercicios 2, 3 y 4 de manera correcta; dejó de realizar los ejercicios 1 y 5. El ejercicio 1 se debe a que es algo nuevo, mientras que el último se debe a la complejidad, pues en la medida en que avanzaba la actividad estos iban en aumento de complejidad. El alumno mejoró en el pre y post-test aplicado antes y después del taller, y eso se ve reflejado en sus calificaciones en la materia consecutiva a la Algoritmia en el cuarto semestre de la licenciatura en Informática; la materia se llama Estructura de Datos y el alumno consiguió aprobarla con una calificación de 7, lo cual hace evidente que logró mejorar su nivel de razonamiento lógico.

El *alumno 17* se encuentra reprobado en la materia de Algoritmia con una calificación de 5. En la primera parte del taller, llamada torres de Hanoi, logró manipular el número máximo de discos, en este caso 7, lo cual es considerado de mucho provecho para su aprendizaje. Sin embargo, no pudo plasmar la ecuación algebraica que resuelve el mínimo de movimientos para n discos, en la segunda actividad llamada jarras, de 29 combinaciones posibles, hizo 17 combinaciones; de ellas, 12 fueron correctas y 5 incorrectas. Los ejercicios 2 y 3 no los hizo. En la tercera y última parte

del taller, en este caso arijuego, realizó tres de los cinco ejercicios. Los tres contestados correctamente. No cumplió los ejercicios 1 y 5. Como se ha mencionado, en el ejercicio 1 su dificultad radica en la etapa de generación de estrategias del nuevo ejercicio, es decir, juego nuevo. Todavía no lo entienden bien y no logran realizar el primer ejercicio, mientras que el ejercicio 5 se debe a la complejidad en la medida en que avanzaba la actividad; la dificultad para la resolución de los ejercicios también iba en aumento. En el pre y post-test aplicado al alumno, logró mejorar significativamente, mientras que en la materia consecutiva a la Algoritmia y donde plasma sus habilidades de razonamiento lógico en el cuarto semestre, la materia se llama Estructura de Datos, logró aprobar con una calificación de 6.

El *alumno 25* se encuentra reprobado en la materia de Algoritmia. En la primera parte del taller logró manipular la mayor cantidad de discos, lo cual se considera muy benéfico para el alumno. Sin embargo, no logró descifrar la ecuación algebraica que determina el mínimo de movimientos para n discos. En la segunda actividad, llamada Jarras, de los 15 movimientos que plasmó, 14 los respondió correctamente, lo cual equivale al 93.33% contestado de manera correcta. Los ejercicios 2 y 3 no los hizo. En la tercera parte del taller realizó los cinco ejercicios correctamente en el pre y post-test avanzó dos puntos y logró aprobar la materia de Estructura de Datos con una calificación de 7.

Como se menciona en párrafos anteriores, durante el semestre (enero-julio de 2018) los alumnos tomaron tres talleres con actividades relacionadas al desarrollo del razonamiento lógico, descritos en el diseño del experimento dentro de la metodología y en los apéndices se muestran con detalle las actividades y el trabajo de los alumnos.

En la parte de diseño del experimento en la metodología, se incluyeron las actividades del taller a detalle.

Para llevar a cabo el análisis de los datos en forma cuantitativa, se decidió utilizar el programa estadístico minitab.

Al hacer uso de este programa, el usuario puede realizar el análisis de datos estadísticos de una manera más ágil y eficiente propendiendo el me-

joramiento de la calidad de los procesos en las empresas; es claro que también ayuda a resumir los datos y adecuar la información conforme a la tecnología actual, tomando en cuenta que la información contenida en el mismo puede ser compartida con otros servidores sin problemas de conexión (Chiluisa & Elizabeth, 2016).

Minitab Statistical Software sigue siendo el principal paquete de herramientas estadísticas del mundo para la enseñanza de estadística, ya que se utiliza en unas 4000 instituciones de educación superior a nivel mundial. Más personas han aprendido estadística con Minitab que con cualquier otro paquete de herramientas estadísticas (Minitab.Com, 2014).

3.9. Determinación del impacto de la propuesta

Se hicieron pruebas estadísticas para determinar la normalidad de los datos. (Ver Apéndices II, III, IV y V) Elemento indispensable para determinar la prueba estadística más apropiada. Posteriormente, se llevó a cabo un comparativo de los resultados del pre y el post-test, para lo cual determinaría el impacto del taller en los niveles de razonamiento lógico de los estudiantes; es decir, se midió si mejoró, empeoró o se quedaron igual. Después se realizó una revisión curricular, que nos dio los indicadores más adecuados sobre los niveles de pensamiento computacional de los estudiantes.

A continuación, se hizo un análisis asociado al pensamiento computacional, cuyo reflejo lo observamos en las calificaciones de las materias asociadas. Para ello, se aplicaron pruebas estadísticas a dichas calificaciones para determinar la normalidad de los datos. Luego, se realizó un comparativo de dichas calificaciones antes y después de la intervención, intentando con esto conocer el reflejo de los cambios de los niveles de razonamiento respecto a los cambios de los niveles de pensamiento computacional para cumplir con el objetivo principal de la investigación: «Encontrar la relación que existe entre el razonamiento lógico de los estudiantes para el desarrollo del pensamiento computacional, y establecer una propuesta didáctica que mejore el razonamiento lógico del alumno».

Para lo anterior se utilizaron cuatro grupos: dos grupos control y dos experimentales. Se compararon las calificaciones de Algoritmia respecto a

las de Estructura de Datos (materia de programación del cuarto semestre), en los cuatro grupos en cuestión, haciendo la comparación del grupo 1 (experimental) con el 2 (control), por ser evaluados con los mismos criterios de evaluación, debido a que fueron estimados por los mismos docentes en ambas materias. Lo mismo ocurre con el grupo 3 y grupo 4; fueron evaluados con los mismos criterios de evaluación.

De acuerdo con el apéndice VII, hay evidencia de una diferencia significativa entre los grupos 1 y 2, y de los grupos 3 y 4.

En el grupo 1 llevaron los talleres; en el grupo 2 no llevaron tal capacitación.

Las medias son muy diferentes. La diferencia es de 3 puntos aproximadamente, obteniéndose en el grupo 1 un promedio de 8 y en el grupo 2 un promedio de 5.31.

Consideramos que las actividades del taller fueron determinantes para lograr esta diferencia.

Estas calificaciones de la materia de Estructura de Datos fueron proporcionadas por el profesor de la materia, sin que las personas involucradas en este taller tuvieran implicación alguna en el manejo de las evaluaciones.

Los resultados del post-test y las calificaciones de la materia de Estructura de Datos, en donde las diferencias entre quienes llevaron el taller y quienes no lo llevaron son significativas. Indican que el desarrollo del razonamiento lógico en los estudiantes es una tarea compleja, pero posible, principalmente mediante actividades en donde el estudiante tenga la necesidad de seguir una secuencia de resolución de problemas, que implica:

1. Comprensión lectora (comprender correctamente un problema a resolver).
2. Elaborar un plan de solución (que se puede hacer más eficiente a medida que obtienen y procesan resultados preliminares).
3. Ejecutar el plan.
4. Revisar el proceso de avance.

3.9.1 Resultados (análisis cuantitativo)

Siguiendo la metodología del análisis cuantitativo de cualquier investigación, el primer paso es el establecimiento o rechazo del comportamiento normal de la información.

Las pruebas de normalidad aplicadas a los resultados obtenidos en el pre y post-test (TOLT) de los grupos experimentales nos indican que no son normales (apéndice II).

3.9.1.1 Comparación entre pre y pos-test

Se presenta la comparación de las calificaciones obtenidas en el pre y post-test para determinar si hay diferencias significativas entre ambas calificaciones.

Mann-Whitney: post, pre		
Método		
η_1 : mediana de post		
η_2 : mediana de pre		
Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$		
Estadísticas descriptivas		
Muestra	N	Mediana
post	27	8
pre	27	3
Estimación de la diferencia		
	Límite inferior	
	para la	Confianza
Diferencia	diferencia	lograda
2	0.5	95.16%
Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \eta_1 - \eta_2 > 0$	
Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	863.50	0.019
Ajustado para empates	863.50	0.018

En ambos grupos se rechaza la normalidad; por tanto, se realizó la prueba no paramétrica de Man Whitney, la cual nos arroja resultados de superioridad en las calificaciones obtenidas en el post-test respecto al pre-test, lo que nos indica que los alumnos mejoraron su razonamiento lógico con las actividades del taller.

Se realizaron pruebas de normalidad a los promedios de las categorías obtenidas en el pre y post-test (TRL) para determinar la prueba estadística más adecuada.

Las pruebas indican que los datos son normales (Ver apéndice II).

A continuación, se presenta la comparación de los promedios obtenidos en el pre y post-test para determinar si hay diferencias significativas entre ambas calificaciones.

Two-Sample T-Test and CI: Pos, Pre

Two-sample T for Pos vs Pre

	N	Mean	StDev	SE Mean
Pos	27	2.50	1.25	0.24
Pre	27	3.20	1.42	0.27

Difference = μ (Pos) - μ (Pre)

Estimate for difference: -0.700

95% upper bound for difference: -0.091

T-Test of difference = 0 (vs <): T-Value = -1.93 P-Value = 0.030 DF = 51

Lo anterior demuestra que el promedio obtenido en las preguntas de pre y pos-test tienen una distribución normal, que puede observarse en el apéndice II. La prueba estadística demuestra que se acepta la hipótesis de que mejoraron los niveles de razonamiento lógico. Cabe mencionar que el nivel óptimo es 1; es por ello que bajando de promedio tienden a elevar su razonamiento lógico.

Se aplicaron pruebas de normalidad a las calificaciones obtenidas por los alumnos en los cuatro grupos en la materia de Algoritmia, mismas que nos indican que no son normales (apéndice III).

3.9.1.2 Comparación entre grupos 1 y 2, 3 y 4 de la materia de Algoritmia

Posteriormente, se realizó la comparación entre los grupos 1 y 2, 3 y 4, respectivamente, en las calificaciones de la materia de Algoritmia para determinar si hay diferencias significativas entre los grupos en el inicio de la intervención. Por estar trabajando con datos no normales, utilizamos un estadístico no paramétrico, valiéndonos del paquete estadístico Minitab.

Comparación del Grupo 1 y el Grupo 2

Mann-Whitney: GPO1, GPO2		
Método		
η_1 :	mediana de GPO1	
η_2 :	mediana de GPO2	
Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$		
Estadísticas descriptivas		
Muestra	N	Mediana
GPO1	13	10
GPO2	13	8
Estimación de la diferencia		
Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
1	(0.0000000, 2)	95.45%
Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$	

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	198.00	0.259
Ajustado para empates	198.00	0.236

Comparación del Grupo 3 y el Grupo 4

Mann-Whitney: GPO3, GPO4

Método

η_1 : mediana de GPO3

η_2 : mediana de GPO4

Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
---------	---	---------

GPO3	14	8
------	----	---

GPO4	9	5
------	---	---

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
-0.0000000	(-1, 4)	95.28%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	179.50	0.488
Ajustado para empates	179.50	0.466

En ambas comparaciones se acepta la hipótesis nula asociada a que las medianas son iguales. Este resultado nos permite afirmar que nuestro análisis tiene como punto de partida que los grupos experimentales y de control no presentan diferencias significativas; es decir, tenemos un inicio en igualdad de condiciones, sin sesgo entre los grupos.

3.9.1.3 Comparación entre grupos 1 y 2, 3 y 4 de la materia de Estructura de Datos

A continuación, se realizó la comparación entre los grupos 1 y 2, 3 y 4, respectivamente, en las calificaciones de la materia Estructura de Datos, para determinar si hay diferencias significativas entre los grupos después de la intervención pedagógica. Se utilizó un estadístico no paramétrico, debido a que las pruebas de normalidad resultaron negativas.

Mann-Whitney: GPO1. ESTR. GPO2. ESTR.			
Método			
η_1 : mediana de GPO1. ESTR.			
η_2 : mediana de GPO2. ESTR.			
Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$			
Estadísticas descriptivas			
Muestra	N	Mediana	Estimación de la diferencia
GPO1. ESTR.	13	8	Límite inferior
GPO2. ESTR.	13	6	para la
			Diferencia
			Confianza lograda
			2 -0.0000000 95.47%
Prueba			
Hipótesis nula	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$		
Hipótesis alterna	$H_1: \eta_1 - \eta_2 > 0$		
Método	Valor W	Valor p	
No ajustado para empates	216.00	0.020	
Ajustado para empates	216.00	0.018	
Mann-Whitney: GPO3. ESTR. GPO4. ESTR.			
Método			
η_1 : mediana de GPO3. ESTR.			
η_2 : mediana de GPO4. ESTR.			
Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$			

Estadísticas descriptivas		
Muestra	N	Mediana
GPO3.ESTR.	14	7.5
GPO4. ESTR.	9	5.0
Estimación de la diferencia		
Diferencia	Límite inferior para la diferencia	Confianza lograda
2	0.0000000	95.25%
Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \eta_1 - \eta_2 > 0$	
Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	189.00	0.098
Ajustado para empates	189.00	0.094

En ambas comparaciones se acepta la hipótesis nula asociada a que las medianas de las calificaciones de la asignatura de Estructura de Datos de los grupos experimentales (grupo 1 y 3) son mayores que las de los grupos control. Este resultado nos permite afirmar que hay diferencias significativas en las calificaciones obtenidas en la materia de Estructura de Datos entre los grupos experimentales y los grupos control; esto se atribuye a que los grupos experimentales llevaron a cabo un taller para mejorar su razonamiento lógico, mientras que los grupos control no lo llevaron.

Posteriormente, se decidió realizar una comparación de las diferencias de calificaciones entre las asignaturas de Algoritmia y Estructura de Datos por ser esta última la materia de cuarto semestre donde los alumnos aplican los conocimientos adquiridos para aprender a programar. Cabe mencionar que la impartición del taller se llevó a cabo en el transcurso del cuarto semestre de dichos alumnos.

3.9.1.4 Comparación entre los grupos 1 y 2, 3 y 4 de las diferencias de calificaciones entre Algoritmia y Estructura de Datos

A continuación, se aplicaron las pruebas de normalidad a las diferencias encontradas entre la materia de Estructura de Datos respecto a Algoritmia en los cuatro grupos, mismas que nos indican que no son normales (apéndice V); por tanto, de nueva cuenta, se le aplicó la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney a la diferencia encontrada en la materia de Algoritmia respecto a Estructura de Datos, comparando los grupos 1 y 2 de igual manera con los grupos 3 y 4.

Comparación entre las diferencias obtenidas en los grupos 1 y 2.

Mann-Whitney: DIFGRPO.1, DIFGRPO.2		
Método		
η_1 : mediana de DIFGRPO.1		
η_2 : mediana de DIFGRPO.2		
Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$		
Estadísticas descriptivas		
Muestra	N	Mediana
DIFGRPO.1	13	0
DIFGRPO.2	13	-2
Estimación de la diferencia		
	Límite inferior	
	para la	Confianza
Diferencia	diferencia	lograda
1	1	95.47%
Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \eta_1 - \eta_2 > 0$	
Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	219.00	0.014
Ajustado para empates	219.00	0.012

Comparación entre las diferencias obtenidas en los grupos 3 y 4.

Mann-Whitney: DIFGRPO.3, DIFGRPO.4		
Método		
η_1 : mediana de DIFGRPO.3		
η_2 : mediana de DIFGRPO.4		
Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$		
Estadísticas descriptivas		
Muestra	N	Mediana
DIFGRPO.3	14	0.5
DIFGRPO.4	9	0.0
Estimación de la diferencia		
	Límite inferior	
	para la	Confianza
Diferencia	diferencia	lograda
1	-0.0000000	90.17%
Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \eta_1 - \eta_2 > 0$	
Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	189.00	0.098
Ajustado para empates	189.00	0.092

En ambos casos, se acepta la superioridad de la diferencia entre las calificaciones obtenidas en la materia de Estructura de Datos respecto a Algoritmia de los grupos experimentales en relación con los grupos control, diferencia que se refleja en el desempeño de una materia a otra (en su desempeño en la segunda materia respecto a la primera).

Como se indicó, no había una diferencia importante entre las calificaciones en los grupos inicialmente.

Después del taller, se obtuvieron los siguientes resultados:

Comparación de las diferencias de la materia de Estructura de Datos respecto a Algoritmia entre los grupos 1 y 2.

Comparación de las diferencias de la materia de Estructura de Datos respecto a Algoritmia entre los grupos 1 y 2.

Mann-Whitney: DIFGRPO.1, DIFGRPO.2

Método

η_1 : mediana de DIFGRPO.1

η_2 : mediana de DIFGRPO.2

Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
---------	---	---------

DIFGRPO.1	13	0
-----------	----	---

DIFGRPO.2	13	-2
-----------	----	----

Estimación de la diferencia

Diferencia	Límite inferior para la diferencia	Confianza lograda
1	1	95.47%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 > 0$

Método	Valor W	Valor p
--------	---------	---------

No ajustado para empates	219.00	0.014
--------------------------	--------	-------

Ajustado para empates	219.00	0.012
-----------------------	--------	-------

Comparación de las diferencias de la materia de Estructura de Datos respecto a Algoritmia entre los grupos 3 y 4

Mann-Whitney: DIFGRPO.3, DIFGRPO.4		
Método		
η_1 : mediana de DIFGRPO.3		
η_2 : mediana de DIFGRPO.4		
Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$		
Estadísticas descriptivas		
Muestra	N	Mediana
DIFGRPO.3	14	0.5
DIFGRPO.4	9	0.0
Estimación de la diferencia		
Diferencia	Límite inferior para la diferencia	Confianza lograda
1	-0.0000000	90.17%
Prueba		
Hipótesis nula	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \eta_1 - \eta_2 > 0$	
Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	189.00	0.098
Ajustado para empates	189.00	0.092

Se hizo una prueba no paramétrica de Mann Whitney. El resultado es similar al de la prueba anterior. La hipótesis nula asociada a la igualdad de promedios de los grupos 3 y 4 se rechaza y se acepta la alternativa, que indica que el promedio del grupo 3 es mayor al promedio del grupo 4.

Capítulo **IV**

Conclusiones

En este trabajo de investigación se muestra principalmente la importancia del razonamiento lógico como un componente esencial del pensamiento computacional. En las áreas relacionadas con la informática, es común que los estudiantes de carreras afines tengan importantes dificultades para comprender los conceptos básicos y avanzados de los cursos que los preparan para ser programadores.

Con base en la opinión de expertos, se identificaron las materias que tenían mayor relación con el pensamiento computacional. Posteriormente, se determinaron los grupos que servirían de experimentación y de control para la investigación, elegidos en forma aleatoria y de acuerdo a una convocatoria abierta, conformándose dos grupos de control y dos de experimentación para la validación de los resultados.

Se tomó una muestra significativa de docentes expertos en la materia de Programación de primer grado, se les aplicó una entrevista semiestructurada con la finalidad de conocer el principal problema (factor principal) que presentan los alumnos para aprender a programar. En el apéndice I, podemos ver los resultados de las entrevistas, se concluye que los estudiantes tienen dificultades para aprender a programar, debido a un pobre razonamiento lógico, lo que repercute negativamente en su desempeño en dicha materia, provocando en ellos frustración, reprobación e incluso deserción.

Tanto a los grupos control como experimentación se les midió su nivel de pensamiento computacional inicial; se aplicaron las pruebas estadísticas correspondientes, que determinaron igualdad de condiciones para los cuatro grupos (Ver 3.9.1.2); es decir, no existe ninguna diferencia significativa entre ellos. Posteriormente se midió el nivel de razonamiento lógico de los grupos experimentales.

Para ayudar con esta problemática, se diseñaron una serie de actividades encaminadas a elevar el nivel de razonamiento lógico de los estudiantes, entendiendo que hay múltiples factores que influyen en el razonamiento lógico en los estudiantes. En este trabajo nos concentramos lo más posible en limitarnos a trabajar sobre las características del razonamiento lógico que inciden directamente en el pensamiento computacional. Delimitamos nuestro problema siempre en dirección al pensamiento computacional.

De acuerdo con los resultados en nuestras actividades, se decidió una propuesta didáctica encaminada a atender particularmente algunos de los

aspectos necesarios para el logro del aumento en el razonamiento lógico implicados en el pensamiento computacional. No es posible en un solo trabajo de investigación abarcar todas las implicaciones del razonamiento lógico, pero estamos incluyendo aquellas que son relevantes, esenciales para el desarrollo del pensamiento computacional, como problemas de búsqueda de patrones, combinatoria, recursividad, correlación, proporcionalidad, control de variables y flexibilidad mental, entre otros.

Las actividades son una propuesta para estudiantes de informática y carreras afines para los cuales el desarrollo de un pensamiento computacional es relevante con el propósito de tener éxito en sus actividades profesionales dentro de los procesos de programación en ordenadores, utilizando diversos lenguajes.

En la implementación de estas actividades los estudiantes mostraron mucho interés, reflejado en las tablas mostradas en 3.6, donde se muestran los resultados de cada una de las actividades del taller.

Posterior a la aplicación del taller, de nuevo se midió el nivel de razonamiento lógico de los alumnos experimentales verificándose la existencia de un incremento en el razonamiento lógico mismo que se comprueba en las comparaciones de los resultados entre el pre y el post-test aplicado a los alumnos (Ver 3.9.1.1).

Por último se analizaron las calificaciones de los alumnos en la materia de Estructura de Datos, misma que es el indicador del Pensamiento Computacional observándose diferencias significativas a favor de los dos grupos experimentales respecto a los dos grupos control, diferencias que podemos confirmar en 3.9.1.3. Lo anterior, tomando en cuenta que el único factor de diferencia fue el taller, podemos concluir que el aumento en los niveles de pensamiento computacional son una consecuencia del aumento en los niveles de razonamiento lógico. Contestando con esto la última pregunta, se cumple el objetivo principal y se comprueba la Hipótesis de la investigación.

Referencias

- A. G. y Fernández, Y. T. (2014). Didáctica de la resolución de problemas de programación computacional. *Pedagogía Universitaria*, 18(4).
- Abad Jaramillo, D.E. y Díaz Romero, G.V. (2017). *Juegos didácticos en el desarrollo del razonamiento lógico matemático en niños y niñas de 3 a 4 años*. Machala.
- Acevedo, J., & Martínez, J.M.O. (1995). Validación y aplicación de un test de razonamiento lógico. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 48(3). Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología, 339-351.
- Alonso-Berenguer, I. y Gorina-Sánchez, A. (2015). Aproximación a la resolución de problemas de programación computacional y su lógica de algoritmización. *Santiago*, 131, 521-533.
- Alsina, A. y Canals, M.A. (2000). *La enseñanza de las matemáticas en educación primaria*. Barcelona: Onda.
- Amézcuca, M., & Gálvez Toro, A. (2002). Los modos de análisis en investigación cualitativa en salud: perspectiva crítica y reflexiones en voz alta. *Revista Española de Salud Pública*, 76(5), 423-436.
- Ausubel, D. P. (1960). The Use of Advance Organizers in the Learning and Retention of Meaningful Verbal Material. *Journal of Educational Psychology*, 51, 267-272.
- Bergman, M. M. (Ed.). (2008). *Advances in Mixed Methods Research: Theories and applications*. Sage.
- Bonilla Carvajal, M.E. (2016). El razonamiento lógico y su incidencia en el proceso del aprendizaje significativo en los niños de 6° año de educación básica de la Escuela Humberto Albornoz de la ciudad de Ambato.
- Bruno, O. (2007). *Programación y algoritmia*. Buenos Aires.
- Cardona, S. y Jaramillo, S. (2015). Dificultades en el aprendizaje de la programación recursiva. *IngEam*, 2(2), 55-63.
- Castellana. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Castellano, L.B. (2006). Las torres de Hanoi y el mandato de Brahma. *Sigma: Revista de Matemáticas= Matematika Aldizkaria*, 28, 83-94.
- 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 Educa-*

- ción (1), 57-76.
- Castillo, A.S., Berenguer, I.A., Sánchez, A.G. & Fernández, Y.T. (2014). Didáctica de la resolución de problemas de Programación Computacional. *Pedagogía Universitaria*, 18(4).
- Cerda, G., Ortega, R., Pérez, C., Flores, C. et al. (2011). Inteligencia lógica y rendimiento académico en matemáticas: un estudio con estudiantes de educación básica y secundaria de Chile. *Anales de Psicología*, 27(2), 389-398.
- Cerda, G.(2012). *Inteligencia lógico-matemática y éxito académico: un estudio psicoevolutivo* (Doctoral dissertation, Universidad de Córdoba).
- Chandía Rojas, H. (2016). Bolema: *Boletim de Educação Matemática*. Print version. ISSN 0103-636X On-line version ISSN 1980-4415.
- Chesñear, C.I. (1994). *Algunas consideraciones y ejercicios motivadores para la enseñanza de la recursión*. Segundo Ateneo de Profesores Universitarios de Computación y Sistemas.
- Chiluisa, C. y P, E. (2016). *El software minitab 16 como herramienta de análisis de los datos estadísticos para mejorar la enseñanza aprendizaje en los alumnos de la carrera de ingeniería comercial en el periodo 2014* (Bachelor's thesis, LATA-CUNGA/UTC/2016).
- Creswell, J. (2005). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Upper Saddle River: Pearson Education.
- Creswell, J.W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and mixed Methods Approaches* (3.^a ed.). Londres: Sage.
- Delgado, C., Xexeo, J.A., Souza, I.F. et al. (2004). *Uma abordagem Pedagógica para a Iniciação ao Estudo de Algoritmos. XII Workshop de Educação em Computação*. Facultades Integradas Bennett, Rio de Janeiro.
- Dillashaw, F. G., & Bell, S. R. (1985). *Learning Outcomes of Computer Programming Instruction for Middle-Grades Students: A Pilot Study*.
- Faouzia, B. and Mostafa, H. (2007). *Utilisation des NTICs pour l'apprentissage et l'autoévaluation de l'algorithme*. SETIT 2007.
- Ferreira Szpiniak, A. y Rojo, G.A. (2005). *Cambios metodológico-didácticos y evaluación del impacto de los mismos en un curso introductorio a los conceptos de algorítmica y programación*. I Jornadas de Educación en Informática y TICs en Argentina. Córdoba, Argentina.

- Ferreira Szpiniak, A., Luna, C.D. y Medel, R. (1997). *Una propuesta de integración de nociones lógico-matemáticas en la enseñanza de la Programación*. III Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Argentina.
- García, D.S., Hernández, J.Á. y Parra et al. (2013). Propuesta de evaluación del programa de: Juegos para estimular las inteligencias múltiples de Celso Antunes (2006). *International Journal of Developmental and Educational Psychology: INFAD. Revista de Psicología*, 2(1), 139-146.
- Gardner, H. (2001). *La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el siglo XXI* (No. 159.955 G171i Ej. 1 020338). Paidós.
- Godoy, K.A. (2015). *Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría*. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, 181-204.
- Gómez, C.B. (2004). *Elementos de lógica*. Manizales: Universidad de Caldas.
- Gómez, D.R. y Roquet, J.V. (2001). *Metodología de la investigación*. Cataluña: Universitat Oberta de Catalunya.
- González, J.A., Linares, N., Silva, A. et al. (2015). *Me pareció ver un lindo gatito*. X Congreso sobre Tecnología en Educación & Educación en Tecnología (Corrientes).
- Gorina-Sánchez, A., & Alonso-Berenguer, I. (2013). Modelo de la dinámica lógico-algorítmica para la resolución de problemas de programación computacional. *Revista Educare*, 17(1), 27-51. alta: Salgado, Gorina y Tardo (2013).
- Grandi, R., Falconi, R. and Melchiorri, C. (2014). Robotic Competitions: Teaching Robotics and Real-Time Programming with LEGO Mindstorms. *IFAC Proceedings*, 47(3), 10598-10603.
- Guibert, N., Guittet, L., & Girard, P. A. T. R. I. C. K. (2005). *A Study of the Efficiency of an Alternative Programming Paradigm to Teach the Basics of Programming*. <http://www.lisi.ensma.fr/fr/equipes/idd/publications.html>.
- Herbel, M., Schnersch, A., Siracusa, P. et al. (2000). Desarrollo de razonamientos científicos en la formación inicial de los maestros. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 38, 129-140.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (vol. 3). México: McGraw-Hill.
- Hernández-Suárez, C.A., Ramírez-Leal, P. y Rincón-Álvarez, G.A. (2015).

- Pensamiento matemático en estudiantes universitarios. *Ecomatemático*, 4(1), 4-10.
- Inhelder, B., y Piaget, J. (1955). *De la Logique de l'enfant a la Logique de l'adolescent*. Buenos Aires: Paidós (1972).
- Ismail, M.N., Ngah, N.A. and Umar, I. N. (2010). Instructional Strategy in the Teaching of Computer Programming: a Need Assessment Analyses. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(2).
- Jiménez, B., & Domínguez, B. (2000). Investigación cualitativa y psicología social crítica. Contra la lógica binaria y la ilusión de la pureza. *Revista Universidad de Guadalajara*, 17, 1-10.
- Johnson-Laird, P. N., & Medina, A. (1990). *El ordenador y la mente*.
- Julio, C., Rodr, O.M. and Glasserman-Morales, L.D. (2016, april). Designing a Strategy of Programming Learning for Kids Through the Use of the <MiCompu. mx>. Federal Program: a Pilot Study. 4th International Conference in Software Engineering
- Lacave, C., Molina, A.I. y Giralt, J. (2013, july). *Identificando algunas causas del fracaso en el aprendizaje de la recursividad: análisis experimental en las asignaturas de programación*. Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (19es: 2013: Castelló de la Plana). Universitat Jaume I. Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals.
- Liu, J., & Wang, L. (2010, March). *Computational thinking in Discrete Mathematics*. 2010 Second International Workshop on Education Technology and Computer Science (pp. 413-416). IEEE.
- López García, J.C. (2009). *Algoritmos y programación: guía para docentes*.
- Manrique, A. y Gallego, A. (2013). *El material didáctico para la construcción de aprendizajes significativos*. Colombia: Fundación Universitaria Luis Amigó, 101-108.
- Medina, A.Z. y Torres, A.C. (2014). Uso de herramientas informáticas como estrategia para la enseñanza de la programación de computadores. *Revista Unimar*, 29(1).
- Miniguano Miniguano, O. (2014). *El razonamiento lógico matemático en programación de lenguajes estructurados de la Unidad Educativa Juan Francisco Montalvo* (Master's thesis).
- Miranda Valladares, G., y Fuentes Pérez, A.D. (2017). *Desarrollo y evaluación del pensamiento computacional: una propuesta metodológica y una herramienta de*

- apoyo. Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España. IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC).
- Molina-García, J.C., Mario, O. y Rodríguez-Elías, J.M.R.P. and Glasserman-Morales, L.D. (2016). Designing a Strategy of Programming Learning for Kids Through the use of the <MiCompu.mx> federal program.
- Moreira, M.A., Greca, I.M. y Palmero, M.L.R. (2011). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(3).
- Moroni, N. y Señas, P. (2005). *Estrategias para la enseñanza de la programación*. I Jornadas de Educación en Informática y TICs en Argentina. Argentina.
- Oviedo, M. y Ortiz, F.G. (2002). *La enseñanza de la programación*. <http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/documentos/somece2002/Grupo4/Oviedo.pdf>
- Pérez-Lancho, B., Jorge, E., De la Viuda et al. (2007). Software Tools in logic education: Some examples. *Logic Journal of IGPL*, 15(4), 347-357.
- Polya, G. (1957). *How to Solve it*. Princeton N Y: Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *How to Solve it*. Segunda edición. Princeton University Press. (Traducción al español, 1965, Cómo plantear y resolver problemas. México: Trillas).
- Rey, M., Hernández, C. y Forcinito, S. (2008). Secuencia didáctica para la enseñanza de programación lineal. *Acta Latinoamericana de Matemáticas Educativa*, 21, 190-200.
- Rodrigues, C.I., Rezende, E.Q.F. y de Queiroz et al. (2013). Torres de Hanoi.
- Rodríguez, C., Guzmán, J.L. and Berenguel et al. (2016). Teaching Real-Time Programming Using Mobile Robots. *IFAC-PapersOnLine*, 49(6), 10-15.
- Rosas, M.V., Zúñiga, M.E., Fernández, J., & Guerrero, R.A. (2017, september). *El pensamiento computacional en el ámbito universitario*. XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017, ITBA, Buenos Aires).
- Sandoval, A., González, L. y González, O. (2015). *Estimación de la inteligen-*

- cia lingüística-verbal y lógico-matemática según el género y la ubicación geográfica.* Telos, 25-37.
- Schunk, D.H. (1997). *Teorías del aprendizaje*. México: Pearson Educación.
- Sepúlveda López, A., Medina García, C. & Sepúlveda Jáuregui, D. I. (2009). La resolución de problemas y el uso de tareas en la enseñanza de las matemáticas. *Educación matemática*, 21(2), 79-115.
- Sopian, H. (2016, January). Description of Logical Thinking Ability and Concept Hormones Systems in Class XI. *Prosiding Seminar Biologi*, 1(12), 392-395.
- Suárez Téllez, L. y Ruiz Hernández, B.R. (2016). *Historia de la actividad matemática: herramienta ampliada desde la resolución de problemas*. Redalyc.
- Timarán, R. (2009). *Detección de patrones de bajo rendimiento académico y deserción estudiantil con técnicas de minería de datos*. Memorias de la 8ª Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática CISCI.
- Timarán, R., Cheves, A., Checa, J. et al. (2008). Un nuevo enfoque en la enseñanza de los fundamentos de programación con el lenguaje funcional Scheme. Primer Encuentro de Enseñanza de la Informática. Universidad de Nariño-Colombia.
- Tobin, K. y Capie, W. (1981). The Development and Validation of a Group Test of Logical Thinking. *Educational and psychological measurement*, 41, 413-423.
- Vidal, C.L., Cabezas, C., Parra, J.H. and López, L.P. (2015). Experiencias prácticas con el uso del lenguaje de programación Scratch para desarrollar el pensamiento algorítmico de estudiantes en Chile. *Formación Universitaria*, 8(4), 23-32.
- Villagrán, M.A., Guzmán, J.I.N. y Pavón, J.M.L. et al. (2002). Pensamiento formal y resolución de problemas matemáticos. *Psicothema*, 14(2), 382-386.
- Whitfield, A.K., Blakeway, S. and Herterich et al. (2007). Programming, Disciplines and Methods Adopted at Liverpool Hope University. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 6(4), 145-168.
- Wing, J.M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Apéndices

Apéndice I. Entrevistas

Lo siguiente es una relación de entrevistas a ocho maestros que imparten y han impartido la materia de Programación de primer año de las licenciaturas afines a la Informática.

Entrevista 1

Entrevistador: Eh, buenas tardes maestra, ¿cuál es su nombre completo?

Entrevistado: Patricia del Rocío González Inzunza.

Entrevistador: ¿Qué estudios tiene?

Entrevistado: Eh, tengo la licenciatura en Informática y actualmente pues soy maestrante de la de la maestría en Informática Administrativa. Solo me, pues me falta cerrar para la tesis precisamente.

Entrevistador: Muy bien. ¿Cómo se llama la materia que imparte?

Entrevistado: Algoritmia.

Entrevistador: ¿En qué licenciatura la imparte?

Entrevistado: En Licenciatura en Informática aquí en la Escuela de Informática Navolato.

Entrevistador: ¿Cuántos años tiene impartiendo la materia?

Entrevistado: Aproximadamente tres años... consecutivos.

Entrevistador: Ok. Este, bueno, aquí la pregunta va enfocada a lo siguiente: ¿cuáles son las principales dificultades que usted ha detectado que presentan los alumnos para aprender a programar?

Entrevistado: Ok. Pues primeramente el razonamiento lógico matemático, los conocimientos previos que traen en cuanto a esa a esa materia; o esa, conocimientos básicos que deben tener al ingresar aquí a la Licenciatura de Informática; eh, eso noto. Otro sería precisamente de que los alumnos, mmm, ven un cambio muy marcado en cuanto a entrar, que ellos vienen precisamente a venir a manejar ya sistemas, ya hechos, así como van en un ciber o han visto, tienen una idea errónea de lo que es a lo mejor la Licenciatura en Informática, no vienen, no traen bien enfocado lo que es en realidad la materia, y pues si bien vienen y entran aquí y si ven que

no era lo que ellos esperaban en cuanto a en cuanto a cómo va marcar los conocimientos, y pues eso fue es lo que veo más marcado.

Entrevistador: Lo más marcado y platíquenos más sobre, sobre ese problema principal que usted detecta, que es el razonamiento lógico matemático; eh, me comenta usted que les faltan las bases lógico matemático, y donde es donde se marca ese problema, ese problema que usted detecta en ellos.

Entrevistado: ¿dónde se origina?

Entrevistador: dónde, donde lo nota más en clase, les pone un problema y ¿qué hacen ellos?

Entrevistado: Lo que pasa que al principio de la unidad está marcado mucho lo que es el razonamiento lógico matemático con problemas matemáticos, y en realidad ellos yo los veo que están más enfocados a que ya traen normalmente; los maestros anteriores te dan una fórmula para que tú saques, precisamente te dan todas las bases, es en realidad ya les dan todo, como quien dice, nada más para sustitución, pero ellos el pensar en hacer sus propias fórmulas, sus propias conclusiones. Ahí es donde yo veo que es muy marcado, hay un énfasis en eso; entonces, sí veo un problema en cuanto a que si yo no les doy la fórmula para sacar eso, aunque les dé los pasos en cuanto es el razonamiento lógico matemático para crear tu propia formula; ahí es donde ellos se atorán; entonces, ahí es donde veo más énfasis.

Entrevistador: Bueno, maestra, le agradezco mucho su colaboración y su buena disposición para apoyar.

Entrevista 2

Entrevistador: Eh, ¿su nombre completo maestro?

Entrevistado: Jesús Manuel Zazueta Figueroa.

Entrevistador: ¿Qué estudios tiene?

Entrevistado: Pues tengo una maestría en Sistemas Computacionales.

Entrevistador: Ok.

Entrevistado: Terminé la licenciatura en Sistemas Computacionales y la maestría en Sistemas.

Entrevistador: Ah, ok. ¿Cómo se llama la materia que imparte?

Entrevistado: Algoritmia.

Entrevistador: Algoritmia. ¿En qué licenciatura la imparte?

Entrevistado: En Licenciatura en Informática, en el grado primero.

Entrevistador: Primer grado. ¿Cuántos años tiene impartiendo la materia?

Entrevistado: Tengo tres años.

Entrevistador: Tres años, ¿tres ciclos escolares?

Entrevistado: Mmmm.

Entrevistador: Bueno, aquí la pregunta va enfocada en cuáles son los principales problemas o dificultades que usted ha detectado que presentan los alumnos para aprender a programar?

Entrevistado: Pues muchos de los problemas de que no razonan el problema no lo analizan; es decir, yo en lo personal les dejo un problema y se quedan en blanco los plebes pues, los muchachos de qué hacer o qué ondas.

Entrevistador: Mmm.

Entrevistado: Entonces no analizan el problema, o sea, qué les está pidiendo.

Entrevistador: Que es lo que les está.

Entrevistado: Y es donde se dificulta mucho a ellos, no; ok, dicen algunos por más que lo leo, dicen algunos no le entiendo, por qué no ya no usan la lógica.

Entrevistador: Viene siendo parte, ¿o dónde encasillaríamos nosotros el razonamiento lógico matemático podría ser?

Entrevistado: Si es que todo viene del análisis.

Entrevistador: Mmm.

Entrevistado: Es decir, se les da un problema, cómo resolver ese problema por más sencillo que sea; muchos no, o muchos me dicen ah pues yo lo sacaría así, pero ya al aplicarlo en un lenguaje de programación es donde.

Entrevistador: Entonces para usted ese sería el principal problema.

Entrevistado: Sí, que no razonan el el o no entienden más bien el problema.

Entrevistador: Ok. ¿Otro problema que encuentre por ahí?

Entrevistado: Pues le podríamos llamar mmm.

Entrevistador: Si lo encuentra; si no, pues no.

Entrevistado: Sí, no sí, como que les da flojera, sería otro factor. Ya al mirar un problema, por más corto o largo que sea, ya se bloquean por completo; entonces, la flojera sería otro factor, algunos llego yo al aula y dicen, ay profe, otra vez problemas ¡ah y qué quieren, les digo! Entonces no quieren hacer nada, en pocas palabras.

Entrevistador: Muy bien, entonces creo que sería todo, maestro. Le agradezco mucho su colaboración.

Entrevista 3

Entrevistador: ¿Su nombre completo, doctora?

Entrevistado: Eh, Paulina Sainz Aguilar.

Entrevistador: ¿Cuántos años tiene impartiendo la materia de Algoritmia?

Entrevistado: Eh, dos mil la impartí, 2013-2014, 14-15 y 15-16; tres años.

Entrevistador: Tres años, ok. Eh, la materia aquí lleva el nombre de Algoritmia o tiene otro?

Entrevistado: Lleva el mismo nombre, puesto que estamos con el mismo programa homologados con Culiacán, con Informática Culiacán.

Entrevistador: ¿La universidad aquí cómo se llama?

Entrevistado: Facultad de Ciencias Económicas Administrativas y Tecnológicas.

Entrevistador: Ah, ok, este, bueno, lo que nos acontece aquí es preguntarle, eh, durante su experiencia dando la materia, ¿cuáles son las principales dificultades que usted ha detectado que presentan los alumnos para aprender a programar?

Entrevistado: Ok, bueno, refiriéndonos exclusivamente a Algoritmia aun cuando la carrera tiene aquí mucho más tiempo y he impartido mucho más materias anteriormente muy afines a la materia de Algoritmia; entonces te puedo hablar un poquito de la experiencia también en otras materias que tienen que ver también con el desarrollo donde tú te das cuenta si el alumno presenta ciertas dificultades para aprender a programar, porque generalmente he trabajado esas materia, Introducción a la Programación, Fundamentos de Programación, entonces tiene mucho que ver, pero particularmente en Algoritmia, este, nos vamos a enfocar; eh, te digo, en esta

materia solo tengo solo tres años, pero como experiencia docente en el área de Informática tengo 23 años impartiendo diferentes materias, pero casi todas relacionadas con la programación; entonces entrando en materia la principal dificultad que yo veo en los alumnos es el razonamiento; ellos tienen mucho problema para razonar y yo he detectado que eso en parte, pienso, que se debe a la falta de lectura, la falta de lectura de comprensión; a ellos se les plantea algún problema para solucionarlo algorítmicamente y en ocasiones detecto que no entienden lo que están leyendo, sea el planteamiento del problema, se les dificulta entenderlo, y considero que uno de los problemas es precisamente eso, que ellos no, no, no, desarrollaron ciertas habilidades para la comprensión lectora, por un lado; por otro lado, tiene mucho que ver también las debilidades que traen arrastrando y no vamos a culpar a ningún otro nivel educativo, sino que simplemente pues los números lo dicen a nivel nacional, el problema de las matemáticas está, está muy débil, entonces sabemos nosotros que la materia, todas las materias de programación, están muy relacionadas también con las cuestiones del razonamiento y la solución de problemas matemáticos y ellos tienen muchas debilidades en matemáticas, sea tienen mucha debilidad en en comprender o en plantear la solución para solucionar un problema cuando tiene que ver, por ejemplo, con ecuaciones o con la regla de tres, o sea, cuestiones matemáticas básicas y ellos no las no las desarrollaron esas habilidades; entonces, pienso que esto tiene mucho que ver en que ellos no puedan razonar correctamente la los planteamientos que se les piden, pues.

Entrevistador: Sí, eh, podríamos ver, no sé, eh, para usted es principalmente el razonamiento me dice que no logran.

Entrevistado: Sí, la materia de Algoritmia, tú sabes, es de razonar, razonar y tratar solucionar algorítmicamente un problema de la vida cotidiana; entonces ellos, eh, primeramente el entender el planteamiento del problema, si tú no se los explicas ellos difícilmente lo pueden interpretar por ellos mismos leyendo el planteamiento; entonces ahí yo veo la dificultad que te digo de la comprensión lectora; otra cosa, cuando ya tienen que resolver el problema porque el profesor les ayudó a que comprendieran la situación de la, del planteamiento viene la otra, la otra problemática, que es para el razonar la solución del problema utilizando el método que sea,

si cuando tiene que aplicar soluciones matemáticas para poderlo hacer no, no tienen esas habilidades desarrolladas, incluso eh, detectado alumnos que hasta tiene dificultad con operaciones básicas de matemáticas: sumas, restas, multiplicaciones ni lo digamos; todo el tiempo tienen que traer el celular o la calculadora a la mano para resolver las mínimas operaciones; entonces, debilidades yo veo en comprensión para la lectura, la comprensión y la cuestión de las habilidades básicas matemáticas.

Entrevistador: Mmm, cuanto a razonamiento lógico matemático.

Entrevistado: Pues ahí está, ellos tiene que plantear la solución de algún problema, como te decía, y se les dificulta porque no entienden la parte de lo matemático, si de las matemáticas no les entienden a veces si te resuelven unas situaciones, eh, de otra forma o de una manera distinta, con otro método más empírico y lo hacen este, eh, en algunas ocasiones lo hacen, pues, pero la mayoría de las veces si yo batallo muchísimo con ellos, eh, para que puedan desarrollar esa habilidad, y como te digo, es una habilidad que la vienen arrastrando de sistemas educativos anteriores de ciclos anteriores, son cuestiones básicas elementales que no desarrollaron; entonces pienso que una de las cuestiones aquí, o por lo menos con una que yo me he tenido que enfrentar, es a veces el regresarme un poquito a que puedan entender este, eh, este tipo de habilidades que no lo, que no las desarrollaron en su momento, a dejarles ejercicios extras para que puedan, este, solucionar problemas matemáticos primero y, bueno, que lean, lean y lean.

Entrevistador: Muy bien, maestra, se me pasó preguntarle ¿qué carrera estudió usted?

Entrevistado: Bueno, la licenciatura, soy licenciada en Sistemas Computacionales, tengo maestría en Sistemas de Información Administrativa, las dos por la Universidad de Occidente, y tengo el doctorado en Tecnologías de la Información con acentuación en Educación a Distancia.

Entrevistador: Muy bien, este, pues ya me dice tiene 23 años aquí en la Universidad Autónoma de Sinaloa. ¿Aquí inició, en esta sede?

Entrevistado: No, yo inicié en el 93 en la Preparatoria Guamúchil, duré un año en la Preparatoria Guamúchil y en el 94 ya me incorporé a lo que es la facultad.

Entrevistador: Ah ok, este...

Entrevistado: Y desde 1994 hasta ahora sigo aquí.

Entrevistador: En cuanto a los problemas que esto ocasiona en los alumnos el no aprender a programar, ¿qué tanto usted considera que genera la deserción, pues, reprobación?

Entrevistado: Pues definitivamente impacta muchísimo en materias siguientes como, por ejemplo, ya que empiezan a ver programación, ya que empiezan a ver ya detalle de lleno con algún lenguaje se les dificulta muchísimo, eh, materias como Estructura de Datos, materias en que tienen que aplicar la lógica de para programar la lógica algorítmica, este impacta la que deben desarrollar, impacta y mucho la mayoría de los estudiantes que hemos detectado, que se van es precisamente porque se les dificulta la cuestión de la programación, y pues aquí la carrera es eso, sea gran parte del programa están ellos trabajando con las materias de programación.

Sí sabemos que son varios los factores que influyen en la deserción, pero refiriéndonos a este, la mayoría hablamos de un porcentaje.

No te podría dar el dato exacto. Sería cuestión de checar en Servicios Escolares, pero así de manera cómo hemos estado detectándolo nos damos cuenta que los alumnos reprueban en repetidas ocasiones materias relacionadas con la programación, no se les dificultan tanto las de las redes, las de las telecomunicaciones; eso lo tienen como que están un poco más hábiles en eso. De hecho, nosotros en la carrera anterior teníamos dos acentuaciones en el programa anterior, teníamos la acentuación en Análisis y Diseño y Desarrollo de Software y teníamos la otra acentuación, que era precisamente las redes informáticas y la gran mayoría trabajaba proyectos del área de las redes más que de la programación, pero incluso aun así tenemos buenos elementos, hemos sacado buenos estudiantes que ellos, eh, bueno, creo que adquirieron las habilidades necesarias para poder entrar a la carrera como Informática, pues, que si adquirieron la habilidad de la comprensión lectora, que si adquirieron la habilidad del desarrollo de habilidades matemáticas básicas y bueno, pues eso les ha facilitado un poco la programación y bueno, pues desarrollan la habilidad de la lógica de programación, este, en la materia de Lógica, perdón, de Algoritmia y lo van demostrando de manera subsecuente.

Entrevistador: Ok, pues, bueno, creo que sería todo maestra. ¿No sé si quiera agregar algo más?

No, pues nada más eso, que yo creo que en todas las carreras de Informática nos enfrentamos a lo mismo si se trata y yo pienso que ya en un

problema de cultura también ya de los muchachos, ya nomás les dices esta materia tiene que ver con programación y ellos se bloquean, como cuando les dices de matemáticas y ya no quieren saber nada, porque es matemáticas, y no le entiendes, según ellos, sea también es cuestión de actitud, pues, la actitud de los muchachos y el hecho de el rechazo a las materias aquellas que los van, que les van a necesitar un mayor esfuerzo de parte de ellos, sobre todo en el razonamiento; tienen mucha, mucha flojera de razonar y de él dedicarle muchas horas a la solución de algún problema.

Entrevistador: Bueno, maestra, de nuestra parte sería todo. Le agradecemos mucho. Entrevistado: No, de nada, aquí estamos cuando se les ofrezca.

Entrevistador: que nos haya...

Entrevista 4

Entrevistador: Bueno, buenas tardes, maestro. Eh, antes que nada, eh, su nombre completo cuál...

Entrevistado: Me llamo Arturo Yee Rendón.

Entrevistador: Ok, ¿qué estudios tiene?

Entrevistado: Tengo, tengo un doctorado en Ciencias en Computación por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Politécnico Nacional. Mi área de expertiz es Inteligencia Artificial y Teoría de Juegos; básicamente esa mis líneas de investigación de interés, soy profesor investigador de aquí de la Facultad de Informática Culiacán y también colaboro en el posgrado de Ciencias de la Información, el cual es un posgrado que está en PNPC, que es un posgrado de calidad reconocido por CONACYT; las materias que imparto en licenciatura en este semestre son Sistemas Distribuidos y Algoritmia y en posgrado estoy dando Programación Avanzada.

Entrevistador: Ok. Eh, sus estudios de licenciatura, eh, en qué?

Entrevistado: De aquí de la Facultad de Informática egresé en el 2008; del 2003 al 2008 estuve haciendo mis estudios de licenciatura aquí en la Facultad de Informática Culiacán.

Entrevistador: ¿Y la maestría?

Entrevistado: La maestría la hice en el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Politécnico, en el Cinvestab del 2008 al 2010, y del

2011 a inicios del 2011 al 2015 el doctorado.

Entrevistador: Ah, muy bien, cómo se llama; bueno, ya me mencionó las materias que imparte son Algoritmia...

Entrevistado: Algoritmia, en este semestre Algoritmia y Sistemas Distribuidos en licenciatura.

Entrevistador: Ok, nos vamos a enfocar en Algoritmia.

Entrevistado: Perfecto.

Entrevistador: ¿En qué licenciatura la imparte?

Entrevistado: La imparto aquí en Informática, en la Licenciatura en Informática, son jóvenes que están en primer año, en el 1-5 imparto esa clase.

Entrevistador: ¿Cuántos años tiene impartiendo la materia de Algoritmia?

Entrevistado: De Algoritmia es la primera vez.

Entrevistador: Es la primera vez, bueno, eh, ¿cuáles son las principales dificultades que usted ha detectado que presentan los alumnos para aprender a programar?

Entrevistado: Bueno, eh, principalmente, eh, yo siempre les he dicho a mis estudiantes que una persona con un perfil de licenciado en Informática tiene que pensar como una persona computóloga, ¿no?; entonces, la principal dificultad para mí es presentarle las estructuras básicas de programación; eh, por ejemplo, condicionales, por ejemplo, e igual el uso de los arreglos, qué es un arreglo, que es un arreglo solamente de una sola dimensión; cuáles son los arreglos de dos dimensiones, que son las matrices de N dimensiones y a través de esas estructuras de control y estructuras lógicas cómo pueden resolver ellos problemas cotidianos utilizando ese tipo de estructuras.

Entrevistador: ¿Es el principal problema?

Entrevistado: Es el principal problema que que el estudiante empiece a hacer uso de ese tipo de estructuras que son primordiales para que empiece a pensar como un programador; la lógica de la programación es lo difícil, lo más difícil que el estudiante tenga la lógica para programar, porque no es tanto en qué lenguaje, sino la forma de programar, cómo programar un problema, cómo darle solución a un problema de la vida real en términos computacionales.

Entrevistador: Muy bien.

Entrevistado: Es lo principal.

Entrevistador: ¿Otro problema aparte de ese, doctor, que haya detectado?

Entrevistado: Bueno, mmm, fuera de lo académico, pues muchas veces el estudiante, y más porque es un estudiante que viene egresado de preparatoria, es el comportamiento que tienen; entonces, el estudiante, eh, siento que no trabaja de forma cooperativa ni colaborativa (problemas de actitud) entre ellos; entonces, igual muchas veces se resisten a hacer preguntas, eh, preguntas que que yo creo que que yo considero que son importantes porque haci ellos entenderían de una mejor manera los conceptos básicos, y es una materia primordial para ellos lo que es algoritmia porque es el principio de la formación de un estudiante en en informática; entonces, igual la falta de trabajo colaborativo y la falta de interés al momento de de realizar preguntas, es otro problema fundamental que he observado.

Entrevistador: Falta de interés, ¿podríamos decirse que ha detectado tres problemas, verdad?

Entrevistado: Sí, básicamente sí.

Entrevistador: Ok. Eh, de esos problemas que usted me dice, eh, ¿cree que influyen en la deserción de los alumnos?

Entrevistado: Eh, sí, bueno, eh, muchos estudiantes a lo mejor vienen pensando que la licenciatura o programar es una cosa solamente de como cuestiones de diseño, de jalar una cajita, darle un evento para un comportamiento la cajita, pero no, eh, en ser computólogos o estar en una área afín como es informática, es cómo pensar, cómo dar una solución a un problema de la vida real, entonces si hay un marco muy grande ahí las ciencias de la computación recae en estructuras matemáticas, en conceptos matemáticos, como lo que es las estructuras formales, las máquinas de Turing; entonces, el estudiante debe, yo digo, desde mi punto de vista, antes de entrar a la licenciatura, echar una hojeada a lo que es las ciencias de la computación para que se dé una idea bien de lo que va a ver en lo que va a observar aquí, porque no solamente damos programación o la algoritmia, sino que también hay otras cosas principales, como es las materias de redes, de comunicación, entre otras cosas.

Entrevistador: Entonces, sería todo de mi parte, maestro. No sé si tenga algo que nos quiera comentar.

Entrevistado: Eh, pues básicamente si el problema también es que a lo mejor el estudiante no se siente con la confianza de preguntarle a un maestro; entonces, por qué, porque a lo mejor se ha topado en su vida que a la mejor es gente que no se presta a que le hagan un comentario o inclusive a aclarar ciertas dudas. Entonces, muchas veces no solamente es el estudiante, sino también la persona que imparte la materia; yo siempre he estado a favor de que la persona que debe impartir la materia, esa una persona que conozca el tema; ¿para qué?, para que pueda profundizar a una cierta manera y que el estudiante todos los conceptos, toda la teoría pueda visualizarlos en algo práctico, en algo visible para él; por ejemplo, en matemáticas, para qué sirve una derivada; entonces, mucha gente dice las derivadas no sirven para nada, pero tienen una finalidad; entonces, eh, el uso, por ejemplo, en el caso de algoritmia de los conceptos fundamentales ya aterrizarlos ¿para qué?, para que el estudiante poco a poco vaya pensando como un computólogo. Entonces, yo siempre he dicho que debe de haber profesores con conocimiento y que puedan transmitir. Yo, por ejemplo, no me considero un buen maestro; bueno, en términos de que mi formación no es como un pedagogo; mi formación es más de un investigador porque es la forma en que me fui agarrando experiencia en doctorado, porque mi doctorado que hice fue un doctorado en investigación. Entonces, igual también la carencia de técnicas pedagógicas para enseñar conocimiento es donde yo me siento débil. Entonces, también yo creo que ocupan, eh, cursos formativos a los maestros en general para cómo transmitir la información. A lo mejor tenemos el conocimiento, pero no sabemos cuál es la mejor manera de transmitir ese conocimiento. Entonces, igual no solamente es la culpa del estudiante, sino también de muchas veces la deficiencia que tiene uno para transmitir el conocimiento. Entonces, también es un problema que se ve y no solamente en Algoritmia, sino en todas las materias en general, y pues sería todo.

Entrevistador: Ok. En cuanto al principal problema que usted me comenta...

Entrevistado: Mmm...

Entrevistador: La lógica de programación, ¿podríamos sería razonamiento lógico o cómo, ¿en qué parte dejaríamos el razonamiento lógico?

Entrevistado: Sí, básicamente la manera en que deben estructurar un

plan para darle solución al problema. Entonces, siempre antes de darle una solución se debe de pensar, primero se debe de entender el problema que queremos resolver y a partir de ahí con la metodología que uno ve en Algoritmia, pues proponer el conjunto de pasos o el conjunto de instrucciones que me van a servir a mí pa darle solución al problema; de ahí se desprende de qué tan buena es la solución, qué tan eficiente en tiempos computacionales en tiempo o en espacio, pero esas son materias que ellos deben de llevar más adelante. Entonces, ahorita solamente nos abocamos a cuáles son el conjunto de pasos o instrucciones que den la solución al problema. Entonces, esta manera, esa manera tenemos que enseñar, de una manera correcta al estudiante, para que resuelva el problema de esta manera sistemática y ordenada.

Entrevistador: Muy bien. ¿En cuanto a las cifras de reprobación?

Entrevistado: Ahorita, eh, de 45 estudiantes que tengo aprobados con la mínima calificación de 6, yo tengo alrededor de 20; de esos 20, tengo identificados como a dos estudiantes con la mayor calificación, que es 10; de ahí siguen 9 y la mayoría tiene 6, ¿y por qué reprueba tanto estudiante? Eh, yo soy una persona que siempre deja actividades, tarea, exámenes tanto teóricos como prácticos, entonces, a lo mejor por la manera en que yo doy la clase pudiera ser el comportamiento de este índice tan grande de reprobados, pero ya un poquito platicando con colegas que tienen mucho mayor experiencia que yo dando esa clase, me dicen que es una materia básica fundamental, y por ser básica y fundamental también es difícil, el comportamiento que tiene otros alumnos de otros colegas también es muy similar al comportamiento que tienen mis alumnos. Igual se plantea que él viene a ver qué hace; igual tiene una idea incorrecta de lo que es Informática. Entonces, para él es difícil o no le gusta aprender a programar o a pensar y un razonamiento lógico para darle solución a un problema; entonces, es básicamente eso la dificultad que tiene el estudiante de pensar como un computólogo, como un informático.

Entrevistador: Bueno, maestro, le agradezco mucho su buena disposición, gracias.

Entrevista 5

Entrevistador: Buenos días, maestro.

Entrevistado: Buenos días.

Entrevistador: ¿Cuál es su nombre?

Entrevistado: Roberto Bernal Guadiana

Entrevistador: ¿Su formación?

Entrevistado: Soy licenciado en Informática, tengo una maestría en Informática Administrativa y tengo un doctorado en Ciencias de la Educación.

Entrevistador: ¿En qué universidades estudió?

Entrevistado: En la Universidad Autónoma de Sinaloa la licenciatura, en la maestría en la Universidad Autónoma de Durango y el doctorado también en la Universidad Autónoma de Durango.

Entrevistador: ¿Cómo se llama la materia que imparte?

Entrevistado: Tengo ahorita la materia de Algoritmia, Algoritmia, y tengo la materia de Emprendedores.

Entrevistador: ¿En qué licenciatura la imparte?

Entrevistado: En la Licenciatura en Informática.

Entrevistador: ¿Cuántos años tiene impartiendo la materia?

Entrevistado: La de Algoritmia cuatro años, la he dado algunas veces no constante, pero sí la he estado dando, y la de Emprendedores desde que se fundó alrededor de seis años, ocho años.

Entrevistador: Eh, refiriéndonos a Algoritmia, ¿cuáles son las principales dificultades que usted ha detectado que presentan los alumnos para aprender a programar?

Entrevistado: Precisamente, eh, la formación de la Licenciatura en Informática está basada precisamente en, está es la columna vertebral, Algoritmia, esta área y lo complicado históricamente de las carreras de tecnologías de la información es precisamente el raciocinio, el resolver problemas lógicos, el usar la parte lógica del cerebro de nuestro pensar que no estamos acostumbrados, siempre en la educación nos enseñan a asimilar conocimiento, a repetir conocimiento, a memorizar, pero no nos enseñan a razonar, y esa es la parte que se complica mucho a la hora de enseñar algoritmos a los muchachos, porque es resolver problemas analizando, analizando, y así como les digo a mis estudiantes la mitad de la solución

del problema es entender el problema; muchas veces quieren resolver un problema cuando realmente no lo han entendido, no saben qué es lo que tiene que hacer.

Entrevistador: Eh, ese problema, ¿detecta otro problema a parte de ese?

Entrevistado: Los hábitos de estudio muy fuerte, muy fuerte, hemos estado analizando tanto aquí en la facultad como en otras facultades de la UAS, eh, que son orientadas a tecnologías de la información, eh, cada vez más los muchachos llegan apegados a la memorización de conocimientos y no a la parte de raciocinio, de análisis de problemas, estamos muy apegados a nuestros métodos de enseñanza, sea nuestros planes de estudio, a que el alumno memorice, no a que el alumno genere conocimiento, que deduzca que que haga una deducción de algo y genere un nuevo conocimiento; simplemente los planes de estudio es que el alumno aprendan esto, pero técnicamente los conocimientos están dados en temas que que, muchas veces los maestros replican el conocimiento, no es de generar conocimiento nuevo.

Entrevistador: Ok. Eh, esos problemas que usted detecta, ¿cree que influyan en la deserción de los alumnos?

Entrevistado: Eh, no, no, no tanto; bueno, sí he detectado, lo hemos comentado los maestros del área de Algoritmia, los matemáticas principalmente; los alumnos tienen muy poca tolerancia al fracaso; los alumnos no se les puede exigir mucho porque si dicen que no entienden algo, pues prácticamente ya no los sacas de ahí y ya no intentan de nuevo aprender, estudiar, leer, sino que simplemente están acostumbrados a que el maestro llegue y les dé su conocimiento; ellos dicen no, que eso no nos lo enseñó usted. Me comenta el maestro de Matemáticas, pero les di el materia donde podían leerlo, estudiarlo. Muchas veces los contenidos, los planes de estudio son tan amplios que no alcanzamos a ver todo en la clase, pues la parte teórica muchas veces uno la deja de tarea o en algún trabajo y en la clase uno se enfoca en los problemas. Entonces, los alumnos, la Facultad de Informática, nosotros tenemos un plan de estudios basado en competencias. Es precisamente la diversificación de los métodos de enseñanza donde el alumno ya no es un solo un emisor y el maestro un receptor.

Entrevista 6

Entrevistador: Buenas tardes, maestro.

Entrevistado: Buenas tardes.

Entrevistador: ¿Cuál es su nombre?

Entrevistado: José Gabriel Esparza Castro.

Entrevistador: ¿Qué estudios tiene?

Entrevistado: Eh, soy licenciado en Informática.

Entrevistador: Eh, ¿de qué escuela de procedencia?

Entrevistado: De la Universidad Autónoma de Sinaloa, la UAS.

Entrevistador: ¿Cómo se llama la materia que imparte?

Entrevistado: Se llama Computación II.

Entrevistador: Eh, ¿en qué licenciatura la imparte?

Entrevistado: Licenciatura en Sistemas Computacionales.

Entrevistador: ¿Y cuántos años tiene impartiendo la materia?

Entrevistado: Pues prácticamente lo que tengo laborando aquí, 14 años.

Entrevistador: ¿Cuáles son las principales dificultades que usted ha detectado que presentan los alumnos para aprender a programar?

Entrevistado: Principalmente su bajo nivel en las matemáticas. Eso es una dificultad, y la otra es que en muchas ocasiones no saben si realmente les gusta o no la programación, no conocen bien de qué se trata la carrera y se dan cuenta hasta después de que en realidad no es lo que ellos querían la programación, entonces, muchas veces optan por salirse irse a otras carreras. Esas son las dificultades principales, una que hay poco interés porque no es su perfil y la otra es que su nivel de matemáticas es muy bajo.

Entrevistador: Ok, hablemos un poco más sobre ese nivel de matemática. ¿En dónde pondríamos nosotros al razonamiento lógico; sería, ah, ¿algo relacionado con la matemática o sería algo aparte?

Entrevistado: Sí. Es un área de la matemática y precisamente esa es la parte de la lógica la que no se les dificulta, pero incluso más allá; o sea, la matemática tradicional, a veces la misma aritmética les falla, es complicado llegar a una lógica de programación cuando te está fallando, incluso operaciones básicas como la aritmética.

Entrevistador: Bueno, muy bien, ese principal problema de las deficiencias en matemáticas, eh. ¿Cree usted que repercuten en la deserción, la

reprobación?

Entrevistado: Algo que he visto yo es que normalmente un alumno tiene problemas en matemáticas y generalmente son los mismos alumnos que tienen problemas en programación; entonces, ya que es donde está el mayor índice de reprobación y sí, ciertamente muchos se frustran por no poder resolver problemas, sienten que no lo van a aprender, les cuesta trabajo; entonces, si esa frustración a veces las lleva, los lleva a tomar la decisión de cambiarte o dejar la carrera o cambiarse a otra.

Entrevistador: Muy bien, maestro, ¿algo más que nos quiera comentar?

Entrevistado: Pues no, solo que es importante que cuando un alumno ingrese es muy importante la selección, es muy importante la inducción que se le dé al alumno, ya sea cuando llegue este a la universidad, para que por menos tenga esa introducción que refuerce esa área de matemáticas, que es muy importante.

Entrevistador: Muy bien, maestro, muchas gracias. Le agradezco mucho el tiempo que nos ha brindado y muchas gracias por su atención.

Entrevista 7

Entrevistador: Buenas tardes, este, ¿su nombre completo, maestro?

Entrevistado: Rogelio Prieto Alvarado.

Entrevistador: ¿Qué estudios tiene?

Entrevistado: Estudié licenciatura en Informática y maestría en Informática Aplicada en la Universidad Autónoma de Sinaloa; también una especialidad de Administración de TI en las empresas por el Instituto Tecnológico de Telmex.

Entrevistador: ¿Cómo se llama la materia que imparte?

Entrevistado: ¿De Programación?

Entrevistador: Mmm, del área de programación.

Entrevistado: De Programación. Bueno, he impartido; la que actualmente imparto es Algoritmia, que es la primer materia de programación de la Licenciatura en Informática y anteriormente e de esa misma licenciatura he impartido, hay una tira de cuatro materias y he impartido dos de ellas.

Entrevistador: Ok. ¿En qué licenciatura la imparte?

Entrevistado: Licenciatura en Informática del Plan 2011, de la Licenciatura en Informática de la UAS.

Entrevistador: ¿Cuántos años tiene impartiendo la materia?

Entrevistado: Esa materia en especial alrededor de ocho años.

Entrevistador: Mmm, ¿cuáles son las principales dificultades que usted ha detectado que presentan los alumnos para aprender a programar?

Entrevistado: Bueno, la primer dificultad es que hay deficiencias en el análisis y también capacidades de razonamiento aritmético de matemáticas, eh, en la capacidad de razonamiento tiene que ver con que están más acostumbrados o educados a hacer procedimientos más repetitivos y también con deficiencias de comprensión lectora; si tú les das un problema y no entienden lo que está escrito, ahí hacen suposiciones y una vez que llegamos a un acuerdo de lo que está escrito, lo que está dicho en la descripción del problema para hacer los cálculos tiene algunas deficiencias de matemáticas que no adquirieron en los niveles más bajos en los niveles anteriores: preparatoria, secundaria, cosas tan básicas, como dividir, elevar exponentes, dividir; incluso hay deficiencias.

Entrevistador: Y al momento de ellos, les das el problema y al momento de pasarlo al lenguaje algorítmico, ¿cómo ves el razonamiento lógico de ellos para resolver el problema?

Entrevistado: Bueno, nosotros hemos hecho una metodología, y esa metodología consiste de cuatro fases, principalmente. La primer fase es la descripción del problema. La descripción del problema se o tiene a partir de una entrevista, de entrevistar al cliente y de encontrar la necesidad de automatización que requiera; normalmente nosotros hacemos la descripción del problema y se lo damos al estudiantes esa primer fase, después sigue la de análisis y en la de análisis implica de lo que se entendió en la descripción del problema poder, eh, escribirlo o encontrar las partes que contienen esa descripción del problema, como datos de entrada, información de salida que debe ser calculada, datos que ya se conocen y algunas restricciones, y ya propiamente el cálculo que hay que realizar, donde tiene dificultades prácticamente en todas las sesiones, pero más frecuentemente al momento de hacer los cálculo, que sería la parte del proceso del análisis; después del análisis sigue la construcción del algoritmo, pero nosotros pensamos que partiendo del análisis construir el algoritmo es básicamente, es como un tipo rompecabezas, es sencillo y la parte nodal es el análisis; de ahí sigue verificación y pruebas, ejecutar el algoritmo paso a paso, si

hay errores, que haya depuración o corrección y luego después, ya que está depurado el algoritmo, el pseudocódigo codificarlo a un lenguaje, pero codificarlo es casi traducir instrucciones de igual a igual. Entonces, por eso pensamos que lo más importante es el análisis y específicamente en el análisis la parte procedimental, la parte de cálculo donde se analizan cálculos.

Entrevistador: Muy bien, de esas dificultades que usted ha detectado en los alumnos, eh, ¿cree que sean muy importante como para que los alumnos deserten, eh, de sus estudios vaya, si no entienden, vaya, alumnos que presentan esas dificultades tienden a desertar?

Entrevistado: Sí, normalmente es más común que como están teniendo dificultades para entender la materia principalmente porque empiezan con retrasos y la materia está por niveles; o sea, cada unidad requiere los conocimientos de la previa, sea que sí se retrasan.

Interrupción: Voy a ir a dejar el carro.

Entrevistado: Ok.

Interrupción: Ahorita regreso.

Entrevistado: Ok.

Entrevistado: Si se retrasan en la tercera unidad y no entendieron la primera, siguen por supuesto sin entender la tercera y menos la cuarta, entonces normalmente la gente que va retrasada es de los de la parte del grupo que tienden a desertar.

Entrevistador: ¿Algo más que quiera agregar, maestro?

Entrevistado: Bien, yo creo que para mejorar la situación, digo, he tenido grupos donde deserta el 50%; de hecho, en el grupo que estoy impartiendo actualmente yo creo que de 45, 50 personas va a quedar la mitad. Sin embargo, los que se quedan ya en las evaluaciones y en el desempeño, yo veo un muy buen nivel; entonces, yo creo que más, que yo creo que primero; bueno, voy a tratar de distribuir responsabilidades.

Entrevistador: Mmm.

Entrevistado: La primera responsabilidad viene en la difusión que se le da a la Licenciatura en Informática. La gente viene con una expectativa pensando que van a navegar en internet y van a usar software, y en realidad lo que requerimos es gente que sepa y que adore las matemáticas. Entonces, resulta que se inscriben, pasan los procesos y no les gustan las matemáticas. Entonces, eso no es posible, no puedes venir a programar sin

habilidad matemática o sin amor al tema. Segundo, bueno, entonces vienen con esa expectativa; bueno, ¿cuál sería la primer solución? Una mayor difusión en las preparatorias diciendo que sí somos, que si hace alguien de informática, que requiere para poder ingresar o desempeñarse profesionalmente alguien de informática. Dos, fortalecer los filtros de selección, porque aun cuando vengan con la expectativa, pasa, llegan a inscribirse personas que no tienen un nivel matemático básico, eh; ya durante la materia, yo sí creo hay un gran debate porque durante todo el semestre no se tocan computadoras, porque le apostamos al análisis en pizarrón, en hojas, y que sea más mental que distraer al alumno con sintaxis o tecleando líneas; entonces, en esa parte yo creo que hay como dos grupo de maestro; unos pensamos que sí se debería de enseñar con computadoras, pero ya en la fase final de la materia, no desde el principio, para que el alumno aprenda no a base de error de prueba y error, sino que él sea capaz de ver un código y analizarlo sin necesidad de la computadora, y sobre todo desarrollando habilidades de razonamiento; ya que llegue a un nivel maduro de razonamiento, entonces sí que vaya a la computadora y pruebe los algoritmos más complejos y sobre todo los que requieren interacciones y repeticiones que manualmente ya se vuelven muy intensos, eh, en el caso yo pienso que apostarle, agregarle proyectos paralelos a la enseñanza de la materia que aporten a cuestiones lúdicas que pueden ser lego mindstrom, usar algún software donde puedan programar algo que les llame la atención, pero paralelo a la materia, porque la materia sí debe enfocarse a razonamiento lógico matemático y que puedan pasar de un problema de la vida real a a líneas de pseudocódigo que resuelvan ese problema de automatización; entonces, bueno, yo lo veo así, es por diferentes fases. Una de las soluciones sería, eh, apostarle a proyectos que les generen motivación e para que no sea solo el trabajo en el aula, sino paralelo a eso ellos dediquen más horas. También otro problema que se presenta es que no le dedican tiempo extra clase, o sea, van, cumplen la hora clase, les dejas tarea y a lo más es todo, falta más, yo creo, un asunto de pasión que sí se da, pero en un 15% grupo, que les recomiendes libros, les das problemas extras, que si los empiezan a resolver y los otros hacen lo mínimo que se requiere.

Entrevistador: Ok, maestro, le agradezco mucho su colaboración, su atención; de mi parte sería todo, muchas gracias.

Entrevista 8

Cabe mencionar que esta entrevista no pudo llevarse a cabo de manera verbal, pero lo siguiente se envió vía correo electrónico que el docente hace al investigador.

Hola, maestra Yareli. Espero se encuentre perfectamente.

Sea este medio para brindarle información respecto a su investigación para aportar a su tema de postgrado.

Respecto a la pregunta: ¿principal dificultad encontrada en la enseñanza de programación de computadoras?

Yo no nombraría una en específico, estoy convencido que existen varias razones y cada una de ellas se mueven generacionalmente; tengo más de 10 años enseñando el tema y cada generación e incluso grupos generacionales son muy diferentes:

1. No tener vocación a fin a la Lic. en Informática. Este punto creo sería muy importante, ya que por más filtros que se incluído en el proceso de recepción, siguen incluyéndose alumnos sin esta pasión e interés real por desempeñarse en esta área de la informática, al desconocer con exactitud del objetivo y perfil de un Lic. en Informática que egresar de esta unidad académica. Esto conlleva al desánimo y nulo o escaso interés por aprender técnicas y emplear herramientas que les permita entrenarse y formarse en el área.
2. Alumnos que tienen como prioridad número uno su trabajo: Muchos alumnos trabajan para poder mantener sus estudios, ya que son de bajos recursos, otro por tener una posición económica estable, que les permita cubrir necesidades personales y otros por adquirir compromisos matrimoniales antes de terminar su formación académica, por lo cual dedican menos tiempo incluso escaso o nulo para hacer sus tareas, investigaciones, prácticas, etc., por dar prioridad a la actividad laboral (lo anterior provoca falta de práctica para desarrollar habilidades de razonamiento, no entrenan).
3. Problemas para desarrollar la habilidad de Razonamiento Lógico: Este último punto se debe a que no todos los individuos tienen las mismas habilidades de razonamiento, ni la misma preparación en su formación académica, así como tampoco tienen la misma forma de aprender, lo

cual dificulta el proceso de desarrollar habilidades que permitan aprender a programar computadoras. No hay que olvidar que este punto está relacionado con los dos puntos anteriores, ya que influyen en el entrenamiento para alcanzar la habilidad citada. Sería recomendable analizar técnicas y herramientas de razonamiento lógico, que motiven al alumno en aprender a pensar, buscar soluciones problema y elaborar algoritmos que permitan su solución.

Bien maestra, le envié el resumen, de lo que en base a mi experiencia he vivido en diferentes generaciones, espero y el aporte le sea de utilidad en su investigación.

Saludos.

Atentamente

*MC Gerardo Gálvez Gámez
Facultad de Informática Culiacán
Universidad Autónoma de Sinaloa*

Entrevista 9

Entrevistador: Buenos días, maestro.

Entrevistado: Buenos días.

Entrevistador: ¿Su nombre completo?

Entrevistado: Gerardo Beltrán Gutiérrez.

Entrevistador: ¿Qué carrera estudió?

Entrevistado: Bueno, yo, este, tengo una licenciatura en Ingeniería Química y, este, posterior a ello hice una maestría en Ciencias de la Computación; esa es mi formación profesional y de posgrado.

Entrevistador: Ok, ¿en qué facultades estudio, en qué escuela?

Entrevistado: Bueno, en el caso de la licenciatura la estudié en la Facultad de Química de la UAS y el posgrado, que fue en Ciencias de la Computación, lo estudié en ese momento en la Facultad de Ingeniería. Ahí se abrió por primera vez esa maestría, de ahí dependía.

Entrevistador: Muy bien, eh, tengo entendido que usted impartió la materia de Programación en primer año, eh. ¿Cuántos años impartió esa materia?

Entrevistado: Esa asignatura la impartí en mis inicios en esta escuela; fue

alrededor del 92, yo calculo que fueron como ocho años, aproximadamente, que impartí esa esa asignatura.

Entrevistador: ¿Cómo se llamaba en ese entonces?

Entrevistado: Se llamaba introducción a la Programación. Es una materia que en la actualidad se le conoce como Algoritmia o Algoritmos; simplemente, ese es el nombre que se le da regularmente ahorita, pero hace aproximadamente se llamaba Introducción a la Programación.

Entrevistador: ¿Cuáles son las principales dificultades que usted detectó que presentaban los alumnos para aprender a programar?

Entrevistado: Ahí hay varias razones que considero que pueden ser factores que ocasionen que haya un alto índice de reprobados. Una de ellas es desde la idea equivocada de lo que es esta carrera, eh, y bueno, a lo mejor ha sido causa por la poca información que a lo mejor les ha llegado, eh; yo supongo que deberían de tener o tienen en la preparatoria, este, áreas que tienen que ver con la orientación vocacional donde se les inculca o informa sobre los perfiles que tiene cada carrera; a lo mejor algo está fallando ahí o a lo mejor no se entiende con claridad qué se está ofreciendo en esta escuela. El caso es que llegan aquí a la escuela con una idea equivocada y el concepto de los fundamentos no lo quieren tomar con la seriedad debida, eh; muchos estudiantes creen que en la primer clase van a empezar a hacer programas, deste, con un alto contenido gráfico, con mucha interactividad, y esto como cualquier otra cosa es un proceso. Entonces, a veces los fundamentos de la programación son a veces rigurosos; el contar con conocimiento de matemáticas es algo fundamental y eso al estudiante no le queda claro de que todavía, de que tiene que tener una formación muy básica para llegar a ser unos programadores. Entonces, yo considero que muchas veces desde la prepa no traen los fundamentos, por un lado, de área matemáticas y no se les informó lo suficiente de qué se trata esta carrera y vienen acá y traen una cierta frustración de que no es lo que esperaban, y obviamente que eso acarrea un desinterés y que viene a, pues, a impactar en el desempeño que al final no cumplan sus asignaturas con las calificaciones esperadas.

Entrevistador: Muy bien, ¿algún otro problema que haya detectado, maestro?

Entrevistado: Mmm, bueno, en el caso ya específico aquí de la carrera, eh, ya encaminados, por ejemplo, ya estando inscritos o en proceso de ingresar; otra cosa que se puede considerar aquí es ahí sí la escuela tiene algo o mucho que ver. Por una lado, está el proceso de selección, eh, considero que a veces no se cumplen de manera rigurosa con los criterios que se tienen que establecer, acá entonces ingresan estudiantes con bajo perfil, si en la preparatoria, como les decía, no fue capaz de instruirlos correctamente para que tuviera la decisión de carrera adecuada, en las, en esta y en muchas carreras, se presenta que la selección es bastante laxa o bastante abierta, de tal manera que no se logra detectar o se omite la posibilidad de revisar quién de verdad tiene cualidades para este tipo de carreras. Entonces, ese es otro factor que se presenta acá, que no hay una selección adecuada de los estudiantes que van a ingresar, sea tampoco se les da información, ya estando aquí, qué es lo que se les va a ofrecer, o bien viendo su historial académico o en los propios exámenes que a veces es un indicador de que si va a servir o no va a servir un muchacho aquí con nosotros; no sean considerados con la seriedad debida, ese es otro factor que también puede presentarse ahí. Eh, bueno, eso es antes de que ingresen, este no, son varias etapas en las preparatorias que no se les instruyó, aquí en la escuela, que se les aceptó sabiendo que hay deficiencias en ellos. Y el otro caso que es a lo mejor, este, me estoy metiendo más allá de lo que me corresponde, a veces el capacitador o el profesor que les fue asignado, este no tiene las capacidades o el tipo de experiencias para estas asignaturas; eh, la materia de programación es una materia que a lo mejor podría ser sencilla para alguien que tiene experiencia y pudiera desarrollar un curso muy fluido, pero en temas de esta naturaleza necesita tener una capacidad de enseñanza mucho muy alta, lo clásico de las técnicas, las metodologías adecuadas para poder que la información y el estudiante capte el concepto en sí de lo que es un algoritmo, por ejemplo. La capacidad de abstraer, cómo despertar en el estudiante la capacidad de abstracción, es a veces complicada; a lo mejor el algoritmo que vamos a desarrollar o la solución que se va a plantear es muy simple, pero el hacer entender al estudiantes cómo representar esas ideas que tenemos en una serie de instrucciones en un lenguaje de programación o pseudocódigo, esa es la parte que a veces se puede complicar, ¿cómo abstraerlos, cómo representar cosas cotidianas

en una serie de instrucciones? que a lo mejor alguien con experiencia lo puede hacer rápidamente, pero con un estudiante nuevo es el problema que a veces se enfrenta aquí y hay profesores que considero, eh, que no han sabido o no han tenido esa habilidad para poder transmitir ese conocimiento en ellos.

Entrevistador: Muy bien, ¿algo más que nos quiera agregar, maestro?

Entrevistado: El otro aspecto que también se presenta aquí si es difícil. Yo a veces, al estar aquí al interior, se dan cuenta de que no era lo que ellos buscaban, y reconocerlo o buscar otras alternativas es difícil. Yo sí me he atrevido a algunos estudiantes de recomendarles que busquen otras alternativas, porque según sus cualidades o sus preferencias no es lo más recomendable continuar con una carrera de este tipo y tomar esa decisión de retirarse después de que tienen uno o dos años acá, pues es difícil porque tiene un impacto social con la gente que los rodea luego se dan los señalamientos y cosas por el estilo o el impacto que pudiera tener con los padres que esperaran que lo estudiantes terminaran su carrera como cualquier otro, pero si es también importante que el estudiante si ve no hay posibilidades, si ve que sus capacidades o sus preferencias no son para esta carrera, pues tomar una decisión y si esa parte es complicada; no es sencillo renunciar a algo que ya se le invirtió cierto tiempo y a veces hasta dinero y, deste, y tener que cambiar de carrera o de especialidad, ese es otro asunto que pudiera ayudar a que el estudiante se encauzara a definir un perfil más adecuado con su persona.

Entrevistador: Bueno, ¿dónde dejaríamos nosotros al razonamiento lógico, ¿cree usted que sea un problema en los muchachos o?

Entrevistado: El problema aquí en el ámbito de la programación tiene que ver con las preferencias que tengan o las habilidades que tengan; puede ser que algún estudiante tenga buena capacidad de razonamiento lógico, pero esta área de las ciencias de la computación o de la Informática o de la Programación. Cualquiera de estos no sea su expertiz, no sea su atractivo; si no es así, difícilmente la va a poder explotar; entonces, sí es importante que tenga lógica, que tenga capacidad de razonamiento, eso que le comentaba de la capacidad de abstracción, cómo abstraer un concepto o una entidad de la vida cotidiana representarlo en una serie de instrucciones de programación, esa es muy importante que se tenga esta

habilidad, pero más importante todavía es que realmente le guste esto, que se tenga afinidad a los temas estos, porque si no se tiene por muchas capacidades que tengan, podrá ser muy bueno para las matemáticas o para el razonamiento lógico no va a funcionar.

Entrevistador: Esos problemas que me comenta, maestro, ¿cree usted que tengan que ver con la reprobación y la deserción de los estudiantes?

Entrevistado: Claro que sí, este, la falta de interés es un factor importante que rápidamente se detecta que un estudiante, sea al momento de empezar a reprobado materias, es una falta de interés. Obviamente que hay otros factores sociales, económicos, culturales que pueden estar influyendo acá, pero en gran medida al menos la experiencia que yo he tenido, tiene que ver con el perfil de la persona; o sea, no es para esto. Mucha gente se esmera y le hecha los kilos y logra terminar una carrera y al final al concluir con su carrera y al cumplir con ese ciclo de entrega un título a su familia, opta por otras actividades no se dan cuenta que no era lo suyo, y optan por establecer vínculos laborales con otro tipo de especialidad; entonces, eso también se puede esperar.

Entrevistador: Por último, eh, la universidad o la facultad donde usted ha impartido la materia, está de introducción a la Programación, ¿cuál es?

Entrevistado: Bueno la facultad donde yo pertenezco hace más de veinte años es la Facultad de Informática de UAS. Esta es la facultad que me ha permitido tener este tipo de experiencias.

Entrevistador: Bueno, maestro, le agradezco mucho su buena disposición, estamos a sus órdenes.

Entrevistado: Gracias.

Análisis de las entrevistas

Tabla. Relación de los problemas detectados por los maestros y su incidencia

Razonamiento lógico	Vocación	Deficiencias en matemáticas	Comprensión lectora	Actitud	Hábitos de estudios	Alumnos que trabajan	Selección	Inducción
9	4	1	2	3	1	1	2	1

De acuerdo con las entrevistas a profesores que imparten y han impartido la materia de Programación en primer grado en facultades afines a la informática, los profesores coinciden en que las problemáticas comunes que presenta los alumnos para aprender a programar son las siguientes:

1. El razonamiento lógico
2. La vocación
3. Deficiencias en matemáticas

Los nueve maestros entrevistados mencionan que una de las principales dificultades que presentan los alumnos para aprender a programar son las deficiencias de razonamiento lógico de los estudiantes. En este sentido, cuatro de los maestros afirman que los alumnos no analizan el problema; otro dice que tienen conflictos para plantear la solución del problema; uno más menciona que no saben cómo darle solución a un problema de la vida real en términos computacionales y además se les dificulta entender las estructuras de programación; otro comenta que a los alumnos se les complica llegar a la lógica de programación; uno dice que partiendo del análisis construir el algoritmo es como un rompecabezas, pues el análisis es la parte nodal. Por último, uno de ellos dice que la capacidad de abstracción es muy importante (cómo abstraer un concepto o una entidad de la vida cotidiana representarlo en una serie de instrucciones de programación).

Cuatro de los nueve docentes entrevistados mencionan problemas de vocación a la carrera de Informática. Dos de ellos mencionan que los alumnos «tienen una idea errónea de lo que es a lo mejor la Licenciatura en Informática; ellos quieren llegar y manejar sistemas ya hechos como cuando va a un ciber»; otro comenta que la falta de vocación genera falta de interés; uno más dice que por más filtros que se han incluido en el proceso de recepción siguen incluyéndose alumnos sin esta pasión e interés real por desempeñarse en esta área de la informática, al desconocer con exactitud el objetivo y perfil de un licenciado en Informática.

Tres de los ocho maestros entrevistados mencionan las deficiencias en matemáticas como uno de los principales problemas a los que se enfrentan los alumnos para aprender a programar. En este sentido, uno de ellos comenta que tienen mucho que ver las debilidades matemáticas que traen arrastrando los estudiantes desde ciclos anteriores; menciona que los estudiantes tienen mucha debilidad en comprender o en plantear la solución de un problema cuando tiene que ver con cuestiones matemáticas. Otro

Menciona que para hacer los cálculos tiene algunas deficiencias de matemáticas; por último, un maestro dice que el nivel de matemáticas del alumno es muy bajo.

Un problema más que mencionan dos de los ocho maestros que enfrentan los alumnos para aprender a programar es la comprensión lectora. Un maestro expresa:

Entrando en materia, la principal dificultad que yo veo en los alumnos es el razonamiento; ellos tienen mucho problema para razonar y yo he detectado que eso en parte pienso que se debe a la falta de comprensión lectora; a ellos se les plantea algún problema para solucionarlo algorítmicamente y en ocasiones detecto que no entienden lo que están leyendo, sea el planteamiento del problema se les dificulta entenderlo y considero que uno de los problemas es precisamente eso, que ellos no desarrollaron ciertas habilidades para la comprensión lectora.

Otro maestro menciona que los alumnos tienen deficiencias de comprensión lectora, pues si tú les das un problema no entienden lo que está escrito ahí, hacen suposiciones; se requiere llegar a un acuerdo de lo que está escrito, lo que está dicho en la descripción del problema. Este problema de la comprensión lectora se considera que está antes del problema del razonamiento lógico porque no es posible querer razonar o proponer la solución de un problema que no se ha comprendido de qué trata.

La actitud del estudiante, mencionan, es otro problema que ellos ven en los estudiantes para que aprendan a programar. Tres de los ocho docentes comentan este problema. Un maestro comenta que «la actitud de los muchachos y el hecho del rechazo a las materias aquellas que los van que les van a necesitar un mayor esfuerzo de parte de ellos, sobre todo en el razonamiento, tienen mucha flojera de razonar y de dedicarle muchas horas a la solución de algún problema». Un maestro más dice que los alumnos no trabajan de forma cooperativa ni colaborativa y no se animan a hacerle preguntas al profesor. Otro maestro indica que les da flojera; al mirar un problema, por más corto o largo que sea, se bloquean por completo.

Un maestro de los ocho entrevistados comenta que los hábitos de estudio de los estudiantes son un problema para que aprendan a programar. Los estudiantes solo memorizan y no razonan, no generan conocimiento, no deducen.

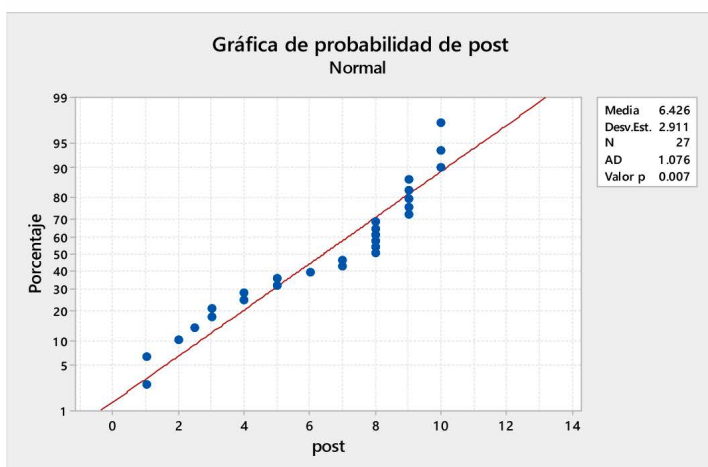
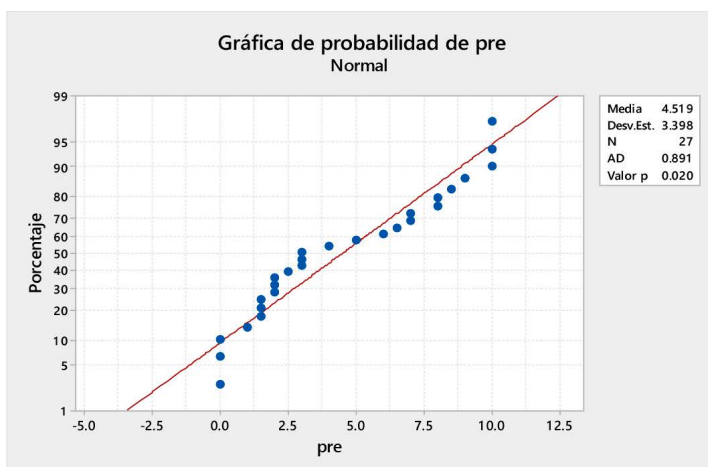
Los alumnos que trabajan es otro problema que menciona uno de los maestros. La falta de tiempo para que practiquen y que puedan desarrollar habilidades de razonamiento (los alumnos no entrenan).

La selección e inducción de los estudiantes son otros problemas que detectan dos de los maestros. Ambos mencionan que es importante la selección cuando un alumno quiere ingresar, así como lo es la inducción que se le dé al alumno cuando llegue a la universidad, para que por menos tenga esa introducción que refuerce esa área de matemáticas que es muy importante.

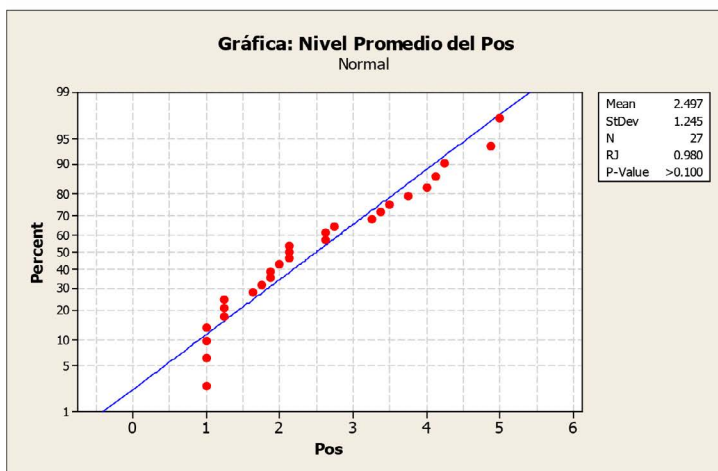
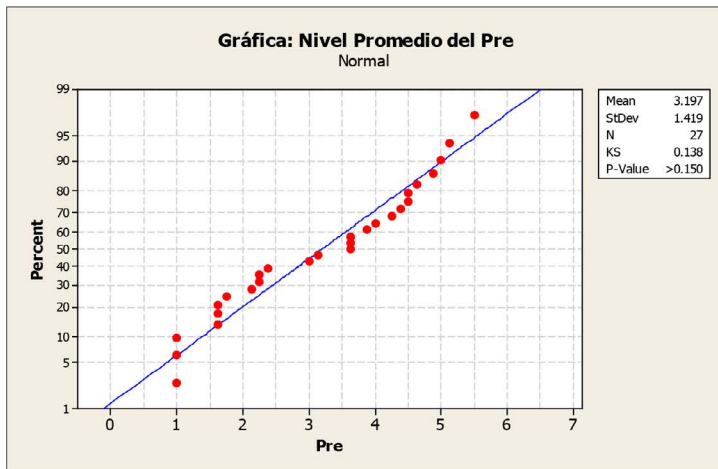
También comentan que los estudiantes no siguen instrucciones. Su actitud no es buena. Tienden a frustrarse cuando no entienden el problema. En este sentido, uno de los docentes comenta que la mitad de la solución del problema radica en entender el problema. Otro maestro comenta acerca de la reprobación, dice que llega a desertar hasta el 50% de alumnos del grupo.

Apéndice II. Gráficas de pruebas de normalidad pre y post-test

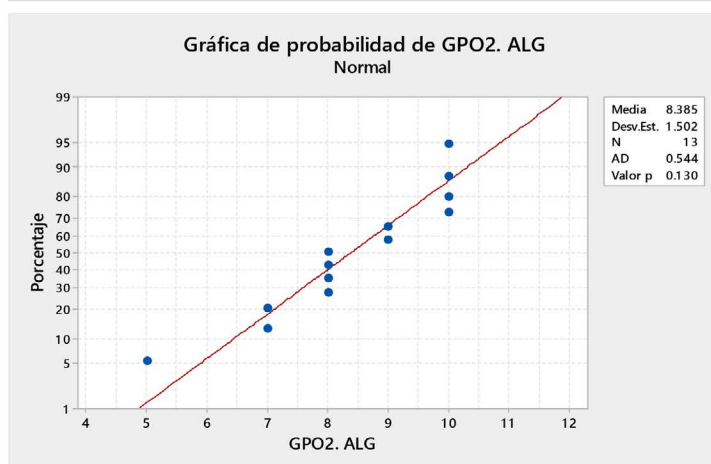
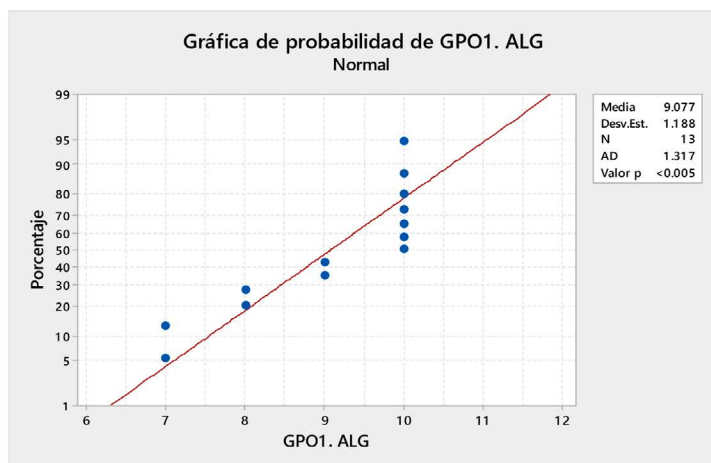
Gráficas de pruebas de normalidad para el pre y post-test de los grupos de alumnos experimentales

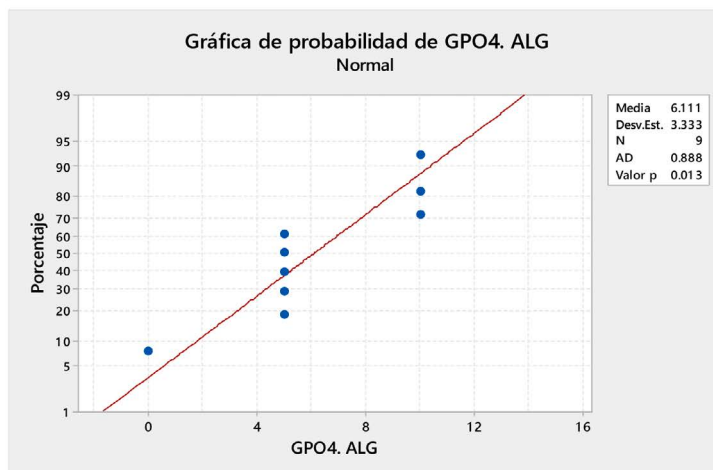
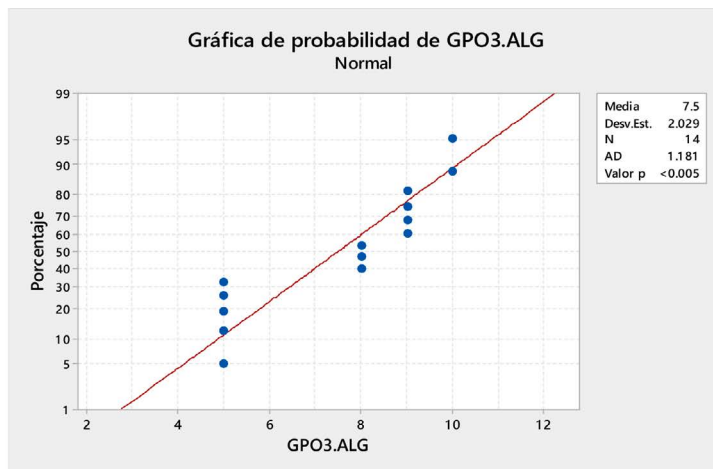


Gráficas de pruebas de normalidad de promedios del Pre y pos-test

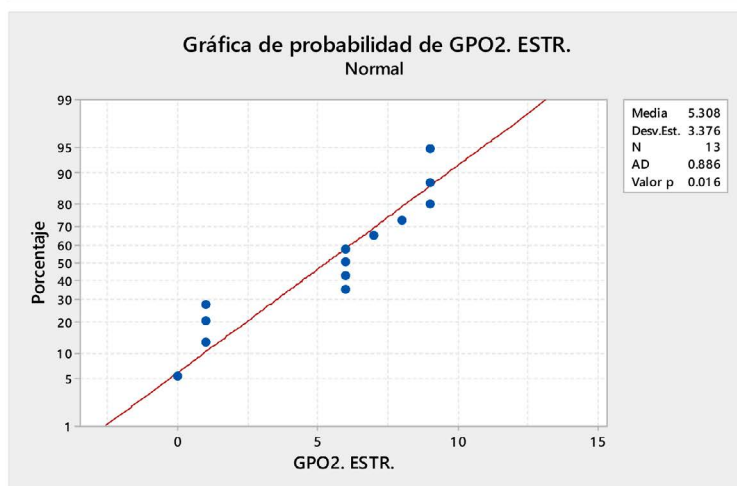
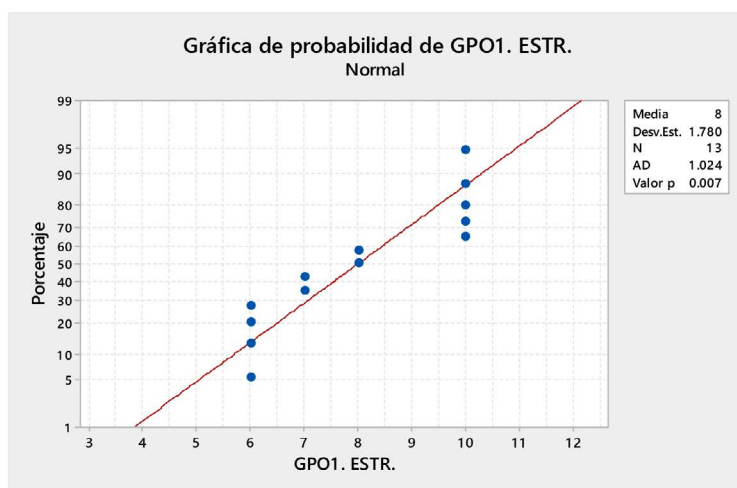


Apéndice III. Gráficas de pruebas de normalidad para los cuatro grupos de Algoritmia.

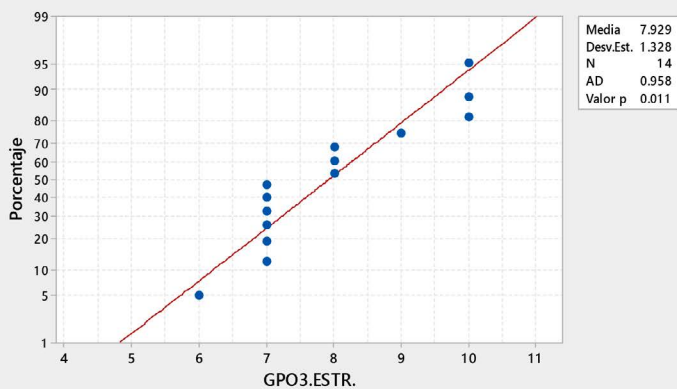




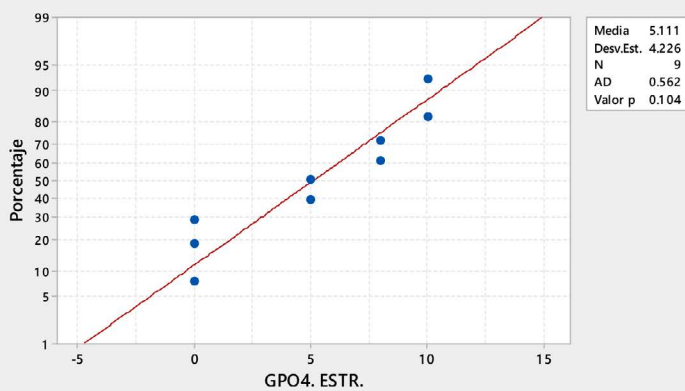
Apéndice IV. Gráficas de pruebas de normalidad para las calificaciones de los cuatro grupos de la materia de Estructura de Datos



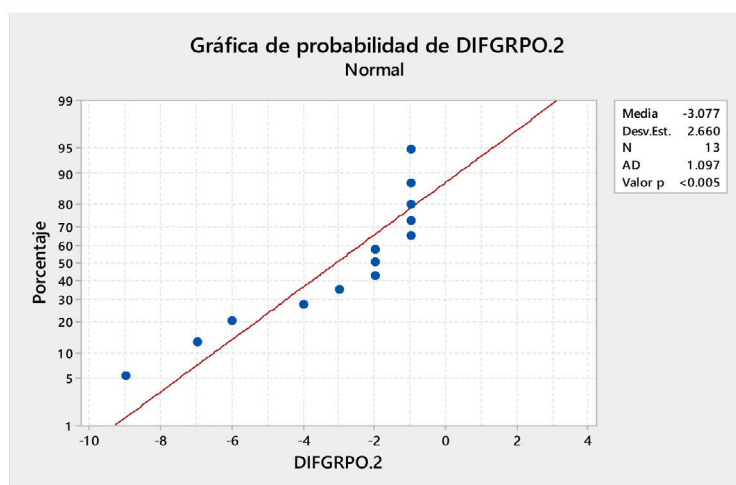
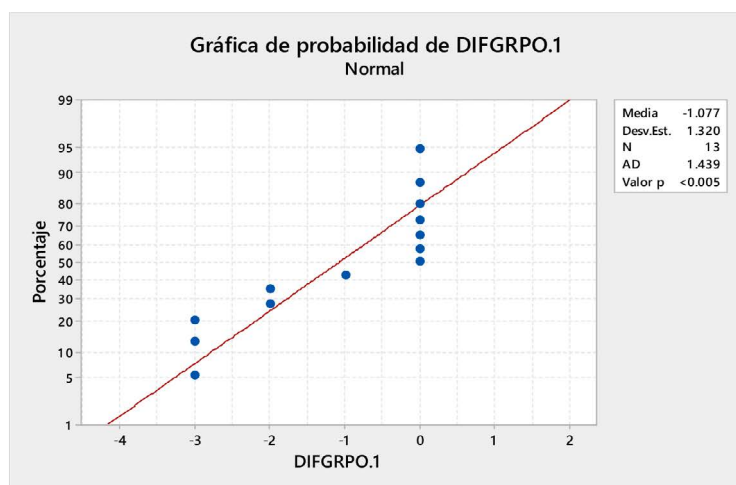
Gráfica de probabilidad de GPO3.ESTR.
Normal



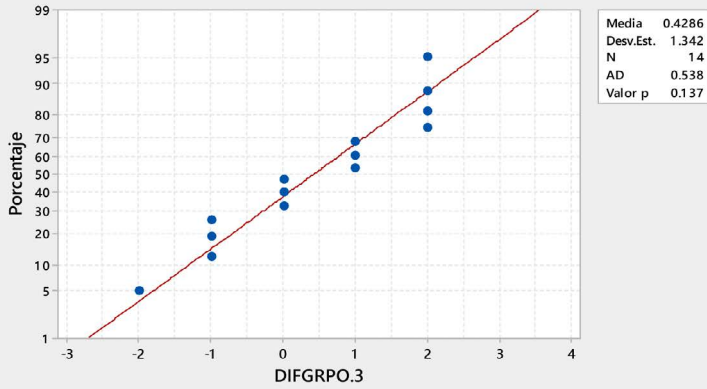
Gráfica de probabilidad de GPO4. ESTR.
Normal



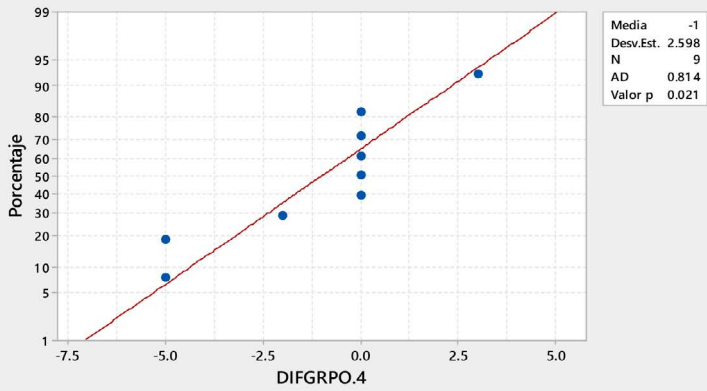
Apéndice V. Gráficas de las pruebas de normalidad de las diferencias de las calificaciones entre Algoritmia y Estructura de Datos de los cuatro grupos



Gráfica de probabilidad de DIFGRPO.3
Normal



Gráfica de probabilidad de DIFGRPO.4
Normal



Apéndice VI. Actividades del taller

Actividad: Los jarros de agua

1. Breve explicación del problema

Consideremos dos jarras, 1 y 2, de diferente medida. La primera con capacidad de A litros y la otra con capacidad de B litros, siendo A y B enteros positivos, y A mayor que B. Ninguna de las dos tiene marcas que permitan medir las cantidades que no sean las de sus propias capacidades; solo se permite vaciar o llenar la jarra, o verter líquido de una jarra a otra; para ello existe una llave que permite llenar las jarras con agua y un sumidero donde se pueden vaciar las mismas. El problema consiste en encontrar la mayor cantidad de volúmenes distintos de agua explicando en cada caso la secuencia de llenado, vaciado y trasvase de cada una de ellas.

Ejemplo: supongamos que las jarras 1 y 2 tienen capacidad de 5 y 3 litros, respectivamente.

Caso 1: 5 litros.

Secuencia: se llena la jarra 1.

Caso 2: 2 litros.

Secuencia: se llena la jarra 1 y se vacía a la jarra 2.

2. Se forman las binas (se pide a los alumnos se formen en parejas o equipos de dos integrantes).
3. Se informa a los alumnos que el equipo ganador será el que realice el mayor número de casos y los valide frente a grupo.
4. Se establecen por parte del grupo los volúmenes de las jarras (distintos a los del ejemplo de preferencia).
5. Empieza la competencia de la actividad.

Nota: esta actividad continúa en dependencia de la actitud, es decir, se desarrolla en un tiempo suficiente para despertar su interés y expertiz en la actividad, de tal forma que no se llegue a la monotonía. Para ello, existen las siguientes condiciones: que se mantengan motivados y que dejen realizar las otras actividades propuestas para el taller.

¿Cuáles son las cantidades en litros que podemos servir?

Arijuego

La razón fundamental de este juego es obtener el número de la «carta objetivo» con las cinco cartas «abiertas», de la siguiente manera:

Ejemplo: cartas: 8, 3, 2, 10, 5 carta objetivo: 6

Operaciones: $10 - 8 = 2$

$2 \times 5 = 10$

$12 / 3 = 4$

$10 - 4 = 6$

Y se grita «arijuego»

Ejercicios propuestos en la actividad 2 (arijuego).

Ejercicio 1

3, 4, 10, 12, 6

Carta objetivo = 1

Ejercicio 2

1, 15, 6, 2, 3

Carta objetivo = 9

Ejercicio 3

1, 4, 7, 8, 10

Carta objetivo = 6

Ejercicio 4

2, 6, 10, 13, 3

Carta objetivo = 7

Ejercicio 5

3, 7, 11, 1, 2

Carta objetivo = 15

Apéndice VII. Comparativo de calificaciones de los cuatro grupos (1 y 3 experimentales y 2 y 4 control)

Grupo 1 (experimental)

Algoritmia	Estructura	Diferencia
8	6	-2
10	10	0
7	6	-1
10	10	0
9	6	-3
10	10	0
10	7	-3
10	10	0
10	10	0
10	8	-2
9	6	-3
8	8	0
7	7	0

Grupo 2 (Control)

Algoritmia	Estructura	Diferencia
10	9	-1
10	8	-2
7	6	-1
8	6	-2
8	1	-7
9	6	-3
10	9	-1
9	0	-9
10	9	-1
5	1	-4
8	6	-2
8	7	-1
7	1	-6

Grupo 4 (Control)

Algoritmia	Estructura	Diferencia
10	10	0
10	8	-2
5	5	0
5	0	-5
10	10	0
0	0	0
5	5	0
5	8	3
5	0	-5

Grupo 3 (experimental)

Algoritmia	Estructura	Diferencia
8	7	-1
5	7	2
9	10	1
8	8	0
5	7	2
9	9	0
5	7	2
9	10	1
10	8	-2
5	6	1
9	8	-1
10	10	0
8	7	-1
5	7	2

Anexos

Anexo I. TOLT

TRL (Versión en Castellano del TOLT)

KENNETH TOBIN –WILLIAM CAPIE

Adaptación y Estandarización en Chile: Equipo Fondef D06I1069

“RAZONAMIENTO MATEMÁTICO”

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

INSTRUCCIONES

El cuestionario que te presentamos tiene por finalidad poder comprender mejor la lógica que usas para pensar. El razonamiento que elijas en cada respuesta se considera tan importante como la respuesta misma.

Para responder a cada pregunta marca la respuesta en la hoja que se entrega para ello. Por favor no escribas nada en este cuadernillo.

Para responder a cada una de las cuestiones sigue los siguientes pasos:

1. Lee con cuidado el enunciado de la pregunta.
2. Piensa detenidamente la respuesta haciendo los cálculos que estimes oportuno.
3. Escribe tu respuesta en el recuadro correspondiente de la hoja de respuesta.
Ej. 12 Razón
4. Lee la serie de razonamientos que se te presentan como posibles explicaciones de la respuesta que has elegido.
5. Selecciona cuidadosamente la opción que consideres oportuna teniendo en cuenta el razonamiento que utilizaste en tu respuesta.
6. Señala en el recuadro correspondiente de la hoja de respuesta la letra que indica la opción que has elegido.
Ej. Ej. 12 Razón
7. Si en algún momento quieres modificar la respuesta ofrecida, táchala y señala la nueva de forma que se te indica a continuación.
Ej. Ej. 12 Razón ☒ 3

No olvides escribir tu nombre en la hoja de respuesta.

PREGUNTA 1:

Se necesita exprimir 4 naranjas para obtener seis vasos de jugo. ¿Qué cantidad de jugo se podría obtener con seis naranjas?

(Considera que todas las naranjas son del mismo tamaño)

- a) 7 vasos
- b) 8 vasos
- c) 9 vasos
- d) 10 vasos
- e) Otra respuesta

RAZÓN:

- 1. El número de vasos y el número de naranjas estará siempre en la relación 3 a 2.
 - 2. Con más naranjas las diferencias serán menores.
 - 3. La diferencia entre las cantidades será siempre de dos
 - 4. Con cuatro naranjas la diferencia será 2. Con seis naranjas la diferencia sería dos o más.
 - 5. No se podría predecir.
-

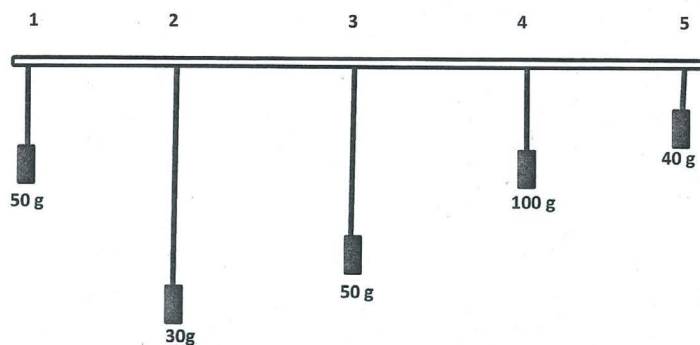
PREGUNTA 2:

Usando las mismas naranjas de la pregunta 1. ¿Cuántas naranjas se necesitarían para hacer 15 vasos de jugo?

- a. 7 naranjas y media
- b. 9 naranjas
- c. 10 naranjas
- d. 13 naranjas
- e. Otra respuesta

RAZÓN:

- 1. El número de vasos de jugo y el número de naranjas estarán siempre en la relación 3 a 2
- 2. El número de naranjas será siempre menor que el número de vasos de jugo.
- 3. Las diferencias entre las cantidades será siempre de dos
- 4. El número de naranjas necesarias será la mitad del número de vasos de jugo.
- 5. No se podría predecir.

PREGUNTA 3:

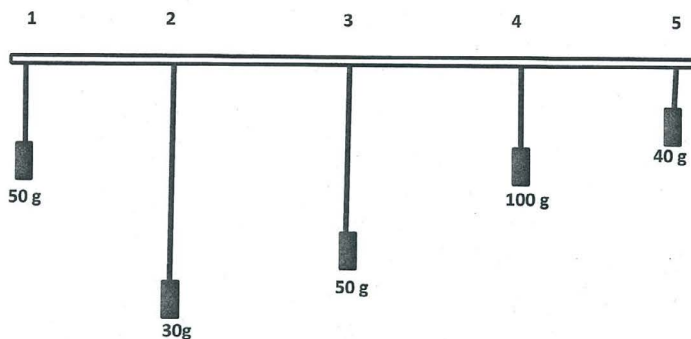
Supongamos que queremos hacer un experimento para averiguar si al modificar la longitud de un péndulo cambia también la cantidad de tiempo que tarda en oscilar de un lado a otro. ¿Qué péndulos deberíamos usar para realizar dicha experiencia?

- a. 1 y 4
- b. 2 y 4
- c. 1 y 3
- d. 2 y 5
- e. Todos

RAZÓN:

- 1. Compararíamos el péndulo largo con el más corto.
- 2. Necesitaríamos comparar todos los péndulos entre sí.
- 3. Al aumentar la longitud tendríamos que disminuir el peso.
- 4. Los péndulos elegidos tendrían que tener todos la misma longitud y distinto peso.
- 5. Los péndulos elegidos tendrían que tener todos distinta longitud e igual peso.

PREGUNTA 4:



Supongamos que queremos realizar un experimento para averiguar si al cambiar el peso del péndulo cambia también la cantidad de tiempo que tarda en oscilar de un lado a otro. ¿Qué péndulos tendríamos que usar para realizar dicha experiencia?

- a. 1 y 4
- b. 2 y 4
- c. 1 y 3
- d. 2 y 5
- e. Todos

RAZÓN:

1. Compararíamos el péndulo más pesado con el más ligero.
2. Necesitaríamos comparar todos los péndulos entre sí.
3. Al aumentar el peso tendríamos que disminuir la longitud.
4. Los péndulos elegidos tendrían que tener diferente peso y la misma longitud.
5. Compararíamos péndulos de igual peso y distinta longitud.

PREGUNTA 5:

Un jardinero compró un paquete que contenía 3 semillas de tomate y 3 semillas de zanahoria. Si se extrae una semilla del paquete, ¿Cuál es la posibilidad de que ésta sea de zanahoria?

- a. 1 de cada 2
- b. 1 de cada 3
- c. 1 de cada 4
- d. 1 de cada 6
- e. 4 de cada 6

RAZON:

- 1. Se necesitarían cuatro extracciones dado que las tres semillas de tomate podría suceder que se extrajesen seguidas.
- 2. Hay seis semillas entre las cuales ha de extraerse una de zanahoria.
- 3. De las tres semillas de zanahoria que hay se necesita extraer una.
- 4. La mitad de las semillas son de zanahoria.
- 5. Del total de seis semillas. Además de la de zanahoria, se podrían extraer tres de tomate.

PREGUNTA 6:

Un jardinero compró un paquete que contenía 21 semillas de diversas clases. La composición era la siguiente:

- 3 de flores pequeñas rojas
- 4 de flores pequeñas amarillas
- 5 de flores pequeñas naranjas
- 4 de flores grandes rojas
- 2 de flores grandes amarillas
- 3 de flores grandes naranjas

Si sólo ha de plantar una semilla. ¿Cuál es la posibilidad de que la planta resultante tenga flores rojas?

- a. 1 de cada 2
- b. 1 de cada 3
- c. 1 de cada 7
- d. 1 de cada 21
- e. Otra respuesta

RAZÓN:

- 1. Ha de elegir una semilla entre aquellas que dan flores rojas, amarillas o naranjas.
- 2. $\frac{1}{4}$ de las pequeñas y $\frac{4}{9}$ de las grandes son rojas.
- 3. No importa que sean pequeñas o grandes. De las siete semillas rojas que hay se ha de elegir una.
- 4. Ha de seleccionar una semilla roja de un total de 21 semillas.
- 5. Siete de veintiuna semillas darán flores rojas.

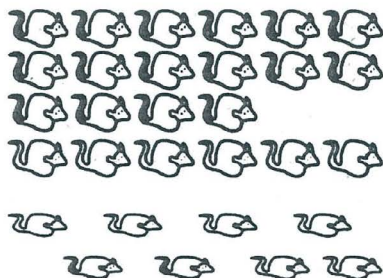
PREGUNTA 7:

La figura adjunta representa una muestra de los ratones que viven en un campo. A partir de la figura, indica si es más probable que tengan rabo negro los ratones gordos que los delgados.

- Sí. Los ratones gordos tienen mayor probabilidad de tener rabo negro que los delgados.
- No. Los ratones gordos no tienen más probabilidades de tener rabo negro que los delgados.

RAZÓN:

- 8/11 de los ratones gordos tienen rabo negro y $\frac{3}{4}$ de los ratones delgados tienen rabo blanco.
- Tanto algunos de los ratones gordos como algunos de los ratones delgados tienen rabo blanco.
- De los treinta ratones, 18 tienen rabo negro y 12 lo tienen blanco.
- Ni todos los ratones gordos tienen rabo negro ni todos los delgados lo tienen blanco.
- 6/12 de los ratones con rabo blanco son gordos.



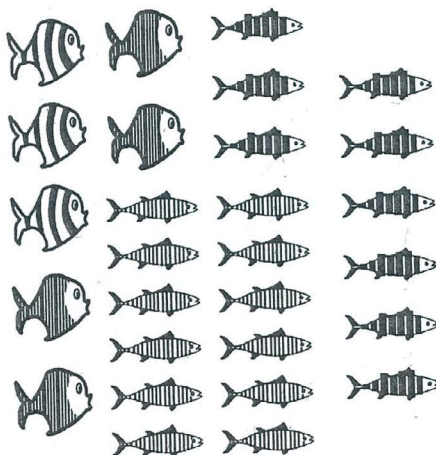
PREGUNTA 8:

¿Es más probable que tengan rayas anchas los peces gordos que los peces delgados?

- a. Sí
- b. No

RAZÓN:

1. Unos peces gordos tienen rayas anchas y otros estrechas.
2. $\frac{3}{7}$ de los peces gordos tienen rayas anchas
3. $\frac{12}{28}$ tienen rayas anchas y $\frac{16}{28}$ las tienen estrechas.
4. $\frac{3}{7}$ de los peces gordos y $\frac{9}{21}$ de los peces delgados tienen rayas anchas.
5. Algunos de los peces con rayas anchas son delgados y otros gordos.



PREGUNTA 9:

Tres estudiantes de cada uno de los grados de 1°, 2° y 3° de Educación Media son candidatos a la sociedad de alumnos. La representación estará constituida por un estudiante de cada grado. Cada votante debe considerar todas las combinaciones antes de decidir su voto.

Dos posibles combinaciones serían Tomás, José y Pedro (TJP); e Isabel, Carmen y María (ICM)

Has una lista con todas las combinaciones posibles usando los espacios que se te ofrecen en la hoja de respuesta. Hay más espacios de los necesarios.

SOCIEDAD DE ALUMNOS

1° EM

Tomás (T)
Isabel (I)
Antonio (A)

2° EM

José (J)
Carmen (C)
Beatriz (B)

3° EM

Pedro (P)
María (M)
Luis (L)

PREGUNTA 10:

Se prevé abrir en breve 4 tiendas en un nuevo centro comercial.

Optan por comprar los siguientes locales: una peluquería (P), una farmacia (F), un supermercado (S) y una cafetería (C).

Cada uno de los negocios mencionados ha de ocupar uno de los locales previstos.

Una posible forma de ocupación sería PFSC.

Haz una lista con todas las formas posibles de ocupación de los locales.

Hay más espacios en la hoja de respuesta de los que son necesarios.

1	2	3	4
----------	----------	----------	----------

Un estudio acerca de la relación del razonamiento lógico con el pensamiento computacional.

El caso de estudiantes de informática

Se terminó de editar en noviembre de 2024

en los talleres de Astra Ediciones

Av. Acueducto No. 829

Colonia Santa Margarita, C. P. 45140

Zapopan, Jalisco, México.

33 38 34 82 36

E-mail: edicion@astraeditorial.com.mx

www.astraeditorialshop.com

La informática es una profesión que en los últimos tiempos ha tenido gran aceptación, debido al gran crecimiento de los volúmenes de información que se están manejando gracias a la evolución de las Tecnologías de la Información. Sin embargo, este gran auge se encuentra en peligro a causa del alto grado de deserción y reprobación, provocado principalmente por un bajo rendimiento académico.

La premisa de este libro es que el razonamiento lógico del estudiante será determinante para lograr un pensamiento computacional que podría alcanzarse en algún momento de su carrera profesional, pero no podrá lograrse si no adquiere los conceptos de un razonamiento lógico y las habilidades necesarias.



ISBN: 978-84-10215-83-2



9 788410 215832

