



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
ÁREA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN  
Especialización en Educación: Procesos de Aprendizaje

Trabajo Especial de Grado

EFFECTO DEL USO DE UN SOFTWARE EDUCATIVO EN EL  
RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ALUMNOS UNIVERSITARIOS  
DE LA MATERIA LÓGICA COMPUTACIONAL DEL PLAN DE  
ESTUDIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

presentado por  
Gloria Tarrío Villaverde  
para optar al título de  
Especialista en Educación

Asesora  
Lia Roxana Mendoza

Caracas, Marzo de 2013

## Agradecimientos

A mi Dios, por acompañarme, guiarme y darme siempre esperanza cuando más la necesito.

A mis hijos que son lo mejor que Dios me ha dado, por comprender que no podía compartir con ellos en mis horas de estudio.

A Lía Mendoza, excelente docente y persona que supo orientarme en todo momento para la culminación de este trabajo.

A Patricia Peña y a Lisette Poggioli, siempre con buena disposición, guiándome y apoyándome, no sólo con su conocimiento y experiencia, sino con su infinita paciencia y sabiduría.

Al profesor Gustavo Peña, que aunque no nos conocíamos, tuvo la gentileza de atenderme y aclarar mis dudas estadísticas.

Por último, no puedo dejar de mencionar aquí a mis padres, que aunque no están conmigo físicamente, lo están en mi corazón; les debo todo lo que he logrado.

¡Muchas Gracias a todos!

## Índice de Contenidos

Capítulo 1. Introducción.....	1
Descripción del Contexto.....	1
Escenario de Trabajo de la Autora.....	4
El Rol de la Autora.....	6
Capítulo 2. Estudio del Problema .....	8
Enunciado del Problema .....	8
Descripción del Problema .....	8
Documentación del Problema .....	14
Análisis de las Causas .....	19
Relación del Problema con la literatura .....	27
Capítulo 3. Anticipación de Resultados e Instrumentos de Recolección de datos.....	59
Objetivo General .....	59
Objetivos Específicos.....	59
Resultados Esperados.....	60
Medición de los Resultados .....	62
Capítulo 4. Estrategia de Solución .....	67
Discusión y Evaluación de Soluciones .....	67
Descripción de las Soluciones Seleccionadas.....	73
Informe de las Acciones Tomadas .....	87
Capítulo 5. Resultados .....	98
Resultados .....	98
Discusión.....	103
Recomendaciones.....	106
Difusión.....	108
Referencias.....	109
Anexos	
A Plan de estudios de Lógica Computacional vigente desde el año 2008.....	115
B Encuesta oficial de la universidad.....	118
C Entrevista a los docentes de la materia Lógica Computacional.....	121
D Encuesta realizada a los estudiantes antes de la investigación.....	123
E Diseño Instruccional de la materia Lógica Computacional.....	125
F Muestrario de pantallas del Software Educativo.....	136
G Examen realizado al final del estudio y su instrumento de evaluación.....	146

## Tablas

1	Rendimiento Académico de la materia Lógica Computacional 2009-2012...	16
2	Rendimiento Académico del contenido Lógica Proposicional 2009-2012....	18
3	Resultados de la Encuesta Oficial de la Universidad en el Semestre Marzo 2012.....	21
4	Resultados de la Encuesta Lógica Computacional aplicada en los Semestres Marzo 2012 y Octubre 2012 para los ítemes IV2, IV3, IV4 y IV5.....	24
5	Resultados de la Encuesta Lógica Computacional aplicada en los Semestres Marzo 2012 y Octubre 2012 para los ítemes II1, II2, II3,II4, II5 y II6.....	25
6	Eventos de instrucción y sus relaciones con los procesos cognitivos.....	48
7	Distribución de la población total por sección e índice de repitencia Marzo 2012.....	81
8	Datos estadísticos por prueba y grupo al inicio de la investigación.....	86
9	Datos estadísticos para determinar la semejanza de promedios de notas para la prueba diagnóstica y el índice académico entre los grupos, antes de la investigación.....	87
10	Contrastación de los grupos control y experimental en la prueba escrita realizada al finalizar la investigación.....	100
11	Datos estadísticos de la prueba escrita obtenidos por los grupos control y experimental al finalizar la investigación.....	101
12	Datos estadísticos por índice de repitencia de los alumnos para el grupo control y el grupo experimental de la prueba escrita realizada al final de la investigación.....	102

## Figuras

1	Desempeño de los estudiantes en el período Octubre 2009 a Octubre 2010 y Marzo 2011 a Marzo 2012.....	17
2	Resultados de la Encuesta Lógica Computacional por género, realizada en los semestres Marzo 2012 y Octubre 2012 (Ítemes I1, I2, I3, I4).....	23
3	Resultados de la Encuesta Lógica Computacional por índice de repitencia, realizada en los semestres Marzo 2012 y Octubre 2012 (Ítemes I1, I2, I3, I4).....	24
4	Metodología Dinámica.....	44
5	Funcionalidades del usuario administrador del software educativo.....	77
6	Funcionalidades del usuario profesor en el software educativo.....	78
7	Funcionalidades del usuario alumno en el software educativo.....	78
8	Diagrama de caja de la distribución estadística del rendimiento del índice académico y la prueba diagnóstica para los grupos control y experimental antes de aplicado el software educativo.....	86
9	Diagrama de caja de la distribución estadística para los grupos control y experimental al finalizar la investigación.....	102
10	Diagrama de caja de la distribución estadística para los grupos control y experimental según el índice de repitencia de la prueba escrita realizada al final de la investigación.....	103

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
ESTUDIOS DE POSTGRADO  
AREA DE HUMANIDADES Y EDUCACION

PROGRAMA DE ESPECIALIZACION/MAESTRIA EN EDUCACION  
MENCION: PROCESOS DE APRENDIZAJE

EFFECTO DEL USO DE UN SOFTWARE EDUCATIVO EN EL RENDIMIENTO  
ACADÉMICO DE LOS ALUMNOS UNIVERSITARIOS DE LA MATERIA LÓGICA  
COMPUTACIONAL DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA  
INFORMÁTICA

Trabajo Especial de Grado

Autora: Gloria Tarrío Villaverde

Tutora: Lia Roxana Mendoza

Fecha: Marzo de 2013

Resumen

El propósito del presente estudio fue medir el efecto del uso de un software educativo en el rendimiento académico de los alumnos de la materia Lógica Computacional, impartida en la Escuela de Ingeniería Informática en una universidad de administración privada. El software educativo utilizado cubre el tema de Lógica Proposicional, ya que este contenido es el de mayor grado de dificultad de la asignatura, determinado por estudios previos realizados para esta investigación.

Se seleccionaron dos grupos de alumnos, un grupo control que recibió clases usando el método tradicional de enseñanza, y un grupo experimental, al que se le administró el software educativo durante cinco sesiones de dos horas, una por semana. La investigación fue del tipo cuasi experimental ya que los grupos no fueron conformados en forma aleatoria. Inmediatamente después de la administración del software se aplicó una prueba escrita idéntica a ambos grupos para medir y comparar el desempeño académico alcanzado.

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten corroborar la hipótesis planteada sobre el efecto positivo del uso de un software educativo en el rendimiento académico de los alumnos de la materia Lógica Computacional. Adicionalmente, los resultados proporcionan evidencias que indican que el grupo de alumnos que usaron el software educativo obtuvieron un rendimiento significativamente mayor que los alumnos a los que se les aplicó el método tradicional de enseñanza.

Descriptores: Software Educativo, Lógica, Lógica Computacional, Lógica Proposicional, TIC, Derivaciones lógicas.

## Capítulo 1. Introducción

En el presente capítulo se ubica al lector en el contexto de la investigación. Para ello, se va de lo más general a lo más específico, describiendo en primer lugar el ambiente donde se desarrolla el estudio. Luego, se detalla la misión y visión de la organización, describiendo en términos generales el escenario de trabajo, pero también proporcionando detalles específicos que caractericen el contexto en forma única. Por último, se describe el rol de la autora y sus responsabilidades en el escenario de trabajo con respecto al problema abordado.

### *Descripción del Contexto*

El estudio se llevó a cabo en una universidad de administración privada con una reconocida trayectoria en el ámbito nacional e internacional. Es una institución educativa al servicio de la Nación, orientada a la creación y difusión del conocimiento científico, humanístico y tecnológico. El aspecto académico se desarrolla a través de la docencia, la investigación y la extensión.

La universidad fue creada en 1951 y aprobada por el Ejecutivo Nacional en 1953. Cuenta con 60 años de historia, en los cuales ha contribuido en forma exitosa a la formación integral de un número elevado de ciudadanos y en consecuencia al desarrollo del país. Su campus central se encuentra en la Región Capital, sin embargo tiene extensiones de diversas facultades en los cuatro puntos cardinales. Tiene núcleos o sedes en la Región Central, la Región Noroeste y en la Región Sur de la Nación. Todos estos núcleos se encuentran distantes de la sede principal en la Región Capital.

La universidad cuenta con aproximadamente 32 hectáreas y tiene amplias y adecuadas instalaciones en su sede principal. Está ubicada estratégicamente en la zona oeste de la Región Capital, con fácil acceso vehicular y peatonal por diversas vías. Dispone de cuatro edificios destinados a actividades académicas de pregrado y postgrado para un total aproximado de 100 salones. Las aulas son espaciosas y cuentan con, al menos, una pizarra acrílica. Para las labores administrativas, existe un edificio de Servicios Centrales y diversas áreas reservadas para dicha labor en los edificios de aulas. La comunidad estudiantil está formada aproximadamente por 12.000 estudiantes de pregrado y 5.000 estudiantes de postgrado.

Las clases son dictadas en salones amplios, acondicionados apropiadamente para la enseñanza. Los estudiantes también disponen de laboratorios donde pueden hacer uso de una plataforma virtual que provee la universidad. Dicha plataforma permite la interacción alumno-profesor en ambas direcciones y le permite al alumno acceder a documentos publicados por el docente. En este espacio virtual, el estudiante puede encontrar guías con contenido teórico y práctico, enlaces de interés de la materia, resultados de evaluaciones, así como también, permite la entrega de tareas impuestas por el docente. La herramienta también está disponible en cualquier sitio donde el alumno tenga acceso a internet, lo que le permite acceder a la información cuando él lo decida.

En la universidad se ofrecen carreras tanto de índole humanística como científica. El control académico de los estudios de pregrado de la sede principal se lleva a cabo con catorce escuelas dirigidas por cinco facultades. En el área de postgrado, se cuenta con seis áreas de experticia para una oferta aproximada de 100

programas de especialización, maestría o doctorado. Adicionalmente, la institución dispone de una serie de unidades de apoyo que atienden las necesidades y requerimientos de estudiantes, profesores y empleados administrativos. Existen una serie de laboratorios provistos con los recursos tecnológicos apropiados, los cuales utilizan tanto estudiantes como profesores para llevar a cabo la práctica de los contenidos de las materias.

Por otra parte, la labor de investigación es considerada por la universidad como una tarea primordial en la formación integral tanto docente como estudiantil. Esta labor es gestionada dentro de la organización, por cuatro centros y dos institutos, que atienden cada uno, una línea específica de investigación. De igual forma, existe en la universidad un compromiso social que se visualiza en labores de extensión. Esta extensión universitaria va más allá de la formación, consultoría y apoyo al sector empresarial tanto público como privado. Las labores de extensión de la universidad se orientan hacia la integración con la sociedad a través de proyectos de acción comunitaria y social, reafirmando el compromiso con el desarrollo del país. Para ello la universidad dispone de dos centros para ofrecer consultoría y desarrollo de proyectos de emprendimiento.

Es de destacar que existe mucha diversidad social, cultural y económica en los que conforman esta comunidad universitaria. Aún cuando la institución es privada y el proceso de matriculación es pago, la universidad cuenta con diversos programas de ayuda que proporcionan al estudiantado de bajos recursos cooperación económica, tales como becas, pensiones y créditos educativos. De esta manera los alumnos

menos privilegiados en cuanto a recursos económicos tienen la misma oportunidad de estudio que los alumnos más afortunados.

En general, el ambiente universitario del caso de estudio es un lugar agradable donde tanto profesores, alumnos y empleados cuentan con instalaciones cómodas y adecuadas a sus actividades.

El estudio se realizó en el campus central de la universidad concretamente en la Escuela de Informática que pertenece a la Facultad de Ingeniería.

#### *Escenario de Trabajo de la Autora*

La universidad donde se desarrolla este estudio está comprometida con la excelencia y la construcción de una sociedad más justa y humana, así como también, con la formación integral del egresado inculcándole valores esenciales para la vida. Para ello, tiene un plan estratégico de acción que define claramente la filosofía educativa de la comunidad universitaria y le permite fijar el rumbo para ser reconocida como una universidad de calidad.

En cuanto a la misión, la universidad se esmera en incentivar el proceso de desarrollo nacional creando la conciencia en los jóvenes sobre la realidad del país y su problemática. La enseñanza universitaria en esta institución se inspira en ofrecer todas las corrientes del pensamiento universal sin imponer ninguna de ellas, así el estudiante tiene la oportunidad de analizar y construir sus propias ideas.

Para cumplir a cabalidad su misión, la universidad cuenta con diversas autoridades, un Canciller, un Vice-canciller, un Rector, un Vice-rector académico, un Vice-rector administrativo y una Secretaria General. Adicionalmente, se cuenta con un grupo adecuado de excelentes docentes que imparten las cátedras de los planes de

estudio de las catorce escuelas que tiene la institución en el área de pregrado y en los distintos programas de postgrado.

La comunidad estudiantil proviene de diversos estratos sociales, culturales y económicos. La mayoría de los estudiantes viven en la Región Capital, sin embargo, debido a la centralización que existe en el país, un grupo de ellos proviene de regiones más distantes y viven en residencias lejos de su familia.

Es importante resaltar que la universidad donde se realiza la investigación, está en consonancia con las exigencias del siglo XXI, dispuesta a ser abierta a las oportunidades que ofrece la globalización. Además es una institución flexible, diligente y decidida a incorporar nuevas oportunidades de estudio y nuevas tecnologías para mejorar tanto los procesos educativos como los administrativos, y, proactiva para asumir compromisos a nivel profesional, con empresas públicas y privadas.

La institución universitaria donde se desarrolla este estudio, está consciente de que el cambio constante es una característica de la sociedad actual. Las nuevas generaciones de jóvenes están inmersas en una abundante y dispersa información proveniente de diversas fuentes. Adicionalmente, los jóvenes se definen actualmente por el uso natural de las tecnologías de información y comunicación (TIC). En este sentido, el manejo de las TIC es considerado como un reto inaplazable en el ámbito educativo.

En este orden de ideas, desde hace ya algunos años, las instituciones educativas están tomando consciencia de la importancia de la formación integral del estudiante y de la relación que ésta tiene con la definición de las competencias en el

currículo. La renovación curricular, en particular, la basada en competencias, se centra en el aprendizaje más que en la enseñanza. No sólo se preocupa por el aprendizaje de conocimientos, sino también de la práctica de éstos, formando al estudiante con habilidades, destrezas y actitudes útiles en el contexto académico, laboral, personal y social. Del mismo modo, el liderazgo docente se está modificando para enfocarse justamente en el aprendizaje, ajustando los procesos de enseñanza como función transformadora para alcanzar la formación integral del egresado. El cambio curricular basado en competencias, incluye el uso de las TIC como estrategia imperante y necesaria para la sociedad actual, y, es considerado como una prioridad en la institución objeto de esta investigación.

#### *El Rol de la Autora*

La autora de esta investigación se desempeña como docente en el ámbito universitario desde hace 11 años, seis años como profesora a tiempo convencional y cinco años a dedicación completa en la institución.

Actualmente ejerce la coordinación de la materia Lógica Computacional, Introducción a la Informática, Matemáticas Discretas y las materias relativas a Algoritmos y Programación.

Dicta la materia Lógica Computacional desde que comenzó como docente en el año 2002 y es por eso que está consciente de la importancia de la materia en el pensum y de las dificultades que tienen los alumnos en el aprendizaje de la misma, aspecto que se refleja en el alto porcentaje de reprobados que tiene la materia.

Por otra parte, la autora está comprometida con los cambios que exige la nueva sociedad en sintonía con los lineamientos del proyecto formativo con el que

cuenta la universidad. La importancia del uso de las TIC para la nueva generación de jóvenes y su implementación en el ámbito educativo es un objetivo que no debe prorrogarse. La idea es usar la tecnología en beneficio del proceso de enseñanza y aprendizaje.

## Capítulo 2. Estudio del Problema

### *Enunciado del Problema*

El problema a resolver en este Practicum es medir el efecto del uso de un software educativo en el rendimiento académico de los alumnos de la materia Lógica Computacional impartida en la Escuela de Ingeniería Informática de la universidad en estudio.

### *Descripción del Problema*

En los últimos años, se ha puesto en evidencia que los bachilleres que ingresan a las universidades no tienen un nivel de comprensión adecuado o no han desarrollado aún habilidades para las exigencias académicas del contexto universitario. Este problema es avalado por opiniones emitidas por profesores de la universidad objeto de estudio durante Consejos de Escuela y de Facultad, generalmente, por aquellos que dictan materias de semestres iniciales. Según diversas investigaciones (Planchart, 2003; Ezcurra, 2005; Cadenas, 2007), las deficiencias se reflejan particularmente en el área de razonamiento numérico y verbal, en la resolución de problemas y en la práctica de hábitos eficientes para la adquisición autónoma, activa y crítica del conocimiento formal.

El impacto que ocasiona en los alumnos nuevos, el cambio de ambiente del bachillerato a la universidad es notorio, y se refleja en los resultados de las evaluaciones y en el número de deserciones de los primeros semestres. Esto es debido, no sólo a que actualmente se percibe en Venezuela un problema a nivel académico en cuanto a los conocimientos conceptuales que el alumno debería poseer

y no posee, sino también porque el bachillerato no provee al estudiante las herramientas necesarias para enfrentar el reto universitario.

Numerosas investigaciones respaldan la existencia de este problema en el sistema educativo venezolano. Sánchez (2002), sustenta que se diferencian dos grupos escolares a nivel del bachillerato en Venezuela. Uno minoritario de alta calidad educativa (circuito de excelencia) y otro mayoritario, caracterizado por su bajo rendimiento (circuito del desastre). Sánchez afirma que, “casi un 95% de los alumnos que egresan del circuito de excelencia prosiguen estudios universitarios, mientras que sólo un poco más del 50% de los jóvenes que egresan del circuito del desastre pueden hacerlo” (p.261).

Rodríguez (2008) afirma que gran parte del problema de la baja calidad del sistema educativo se sustenta en la falta de liderazgo y la capacitación inadecuada de los docentes, por lo que es necesario modificar los esquemas gerenciales y reafirmar los valores humanísticos. Según Rodríguez, “la complejidad del hecho educativo permite centrar la atención en los diversos actores del proceso de enseñanza con una visión postmoderna, ya que estamos frente a nuevas realidades y retos que requieren ser considerados en educación” (p.450).

Por otra parte, Herrera (2009) propone que las escuelas, los docentes y los entes gubernamentales deberían estar bien informados sobre la situación que viven las instituciones educativas y sus consecuencias en el ámbito educativo, social y económico, para tomar medidas que ayuden a subsanar el problema. Herrera estudia los inconvenientes que en Venezuela el estudiante afronta a causa de la división de la escolaridad en dos partes: primaria y secundaria. Entre estos inconvenientes destaca

la ruptura curricular, donde el alumno pasa de un sólo docente que abarca cuatro áreas de contenido, a secundaria, donde tiene más del doble de docentes, uno por asignatura. Adicionalmente, se resalta una carencia acumulada por las deficiencias pedagógicas y el cambio en el nivel de exigencia. Herrera expresa que “el deterioro del desempeño pedagógico en el aula, no permite al alumno adaptarse a las nuevas condiciones que enfrenta a partir de su ingreso en 7° grado.” (p.259).

Ante la problemática expuesta, las instituciones universitarias se han visto obligadas a revisar los contenidos de las materias iniciales para incluir conocimientos que se suponían previos o básicos. Los docentes, por otra parte, se cuestionan la posibilidad de probar otros métodos de enseñanza y utilizar otras herramientas para mejorar el proceso y por ende, el resultado, sin necesidad de disminuir los niveles de exigencia a sus alumnos. Según Artigue (2003), los docentes, para subsanar estas deficiencias que se observan en los alumnos, tienden a aumentar la diferencia entre lo que se enseña y lo que se evalúa y, los estudiantes tienden a creer que lo que se evalúa es lo que deben aprender. Esta situación requiere una evaluación seria ya que sus consecuencias repercuten directamente en el éxito de la educación superior.

La materia Lógica Computacional es parte del Plan de Estudios de la Escuela de Ingeniería Informática de la universidad donde se realizó el presente trabajo y se imparte en el segundo semestre de la carrera. En el año 2008, la Escuela de Ingeniería Informática propuso y logró un cambio de pensum, donde se incluyeron materias básicas, particularmente, en el área de Matemáticas y Trigonometría con el fin de ayudar a los alumnos nuevos a adquirir y/o reforzar conocimientos y destrezas en dichas áreas. Este cambio hasta el momento, ha producido un impacto positivo en

algunas materias del segundo semestre, en particular en materias del área de matemática tales como Cálculo. Esto está sustentado por diversos estudios estadísticos llevados a cabo y mostrados por la Profesora Lisset De Gouveia (comunicación personal, 02 de noviembre, 2010) en varias reuniones y Consejos de Escuela. De Gouveia ha seguido de cerca la evolución del rendimiento académico de los alumnos en el área de matemática y los resultados han sido satisfactorios. Sin embargo, no se logró el resultado esperado en Lógica Computacional.

Lógica Computacional tiene una base matemática, tanto como conocimiento conceptual como para el desarrollo de ciertas capacidades fundamentales para un Ingeniero en Informática, como son, la capacidad de razonar formalmente y representar adecuadamente conceptos. Por esta razón, tiene como requisito la asignatura Matemática Básica que es una de las materias del pensum nuevo. Adicionalmente, constituye una materia muy particular en la carrera, ya que tiene un contenido teórico-práctico esencial para iniciar al estudiante en el mundo de la informática. El mecanismo de deducción natural que se aprende con la Lógica Computacional es esencial porque es una forma de programación. El estudiante necesita desarrollar esta competencia algorítmica para lograr el desempeño deseado en las materias que le siguen en el pensum.

El contenido de la materia Lógica Computacional incluye tres temas básicos: Lógica Proposicional, Lógica Cuantificacional o Cálculo de Predicados y una introducción a Matemáticas Discretas (Conjuntos, Relaciones y Funciones). La evaluación está dividida en tres parciales departamentales, es decir, se realiza el mismo examen para todas las secciones, el mismo día y a la misma hora. Cada

examen incluye la evaluación de uno de los temas, es decir, el primer parcial evalúa Lógica Proposicional, el segundo, Lógica Cuantificacional y el último parcial evalúa los temas Conjuntos, Relaciones y Funciones. Para mayor detalle del contenido de la materia, puede verse en el Anexo A, el plan de estudios para la materia, vigente desde el año 2008. El conocimiento que se adquiere en el tema Lógica Proposicional, es necesario para la comprensión del siguiente tema, Lógica Cuantificacional. Sin embargo, los temas Conjuntos, Relaciones y Funciones no tienen una estrecha relación con los anteriores.

En Lógica Proposicional el alumno debe aprender a deducir en forma lógica una conclusión a partir de un conjunto de premisas, es decir, debe desarrollar un razonamiento deductivo, el cual es esencial para el desarrollo de su pensamiento algorítmico y es en este tema, donde se observa el mayor número de reprobados. El cambio de pensum ayudó significativamente al desarrollo de las habilidades matemáticas de los alumnos, pero las materias incluidas en el cambio de pensum del año 2008 tienen un enfoque netamente instrumental y no incluyen actividades propias para el desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico necesario para Lógica Computacional.

Por otra parte, uno de los principales problemas que enfrentan los profesores es la actitud de rechazo por parte de los alumnos a todas aquellas materias que para ellos, no tienen una implicación directa con la informática. Las materias sin proyectos de programación, donde no precisan usar la computadora son consideradas como materias no necesarias, solamente es necesario “pasarlas como sea” para seguir avanzando.

El estudiante de Lógica Computacional se perfila como un alumno novato, generalmente acostumbrado al sistema presencial de instrucción. Por ser una materia de segundo semestre, la mayor parte de los alumnos, son adolescentes cuya edad oscila entre 17 y 25 años y salvo escasas excepciones, poseen un nivel de madurez no apropiado para regular su propio aprendizaje. Por otra parte, la materia presenta actualmente un alto índice de aplazados. Alrededor de un 40% del alumnado es repitiente. De ese 40%, aproximadamente la mitad (45%), son estudiantes que están cursando la materia por tercera o cuarta vez. Por lo tanto, se observa que una significativa mayoría de la audiencia presenta un alto grado de frustración y un nivel bajo de motivación. Esto aunado a que existe una predisposición negativa por parte del alumno hacia el contenido impartido y la forma como éste se dicta en clase. Esto está sustentado por encuestas oficiales de la universidad que se realizan al final de cada semestre, en particular, en el ítem 1 de la parte I y en la pregunta 3 de la parte II. El formato de esta encuesta oficial puede verse en el Anexo B. Adicionalmente, esta situación afecta al docente, ya que según entrevistas realizadas, son bajas las expectativas que éstos tienen con respecto a sus estudiantes y a la materia en general.

Partiendo de lo expuesto anteriormente, se hace necesario indagar las posibles causas del bajo rendimiento académico que presentan los estudiantes de Lógica Computacional y explorar posibles soluciones. Se plantean las siguientes interrogantes: ¿qué contenido les resulta a los alumnos más difícil? ¿qué materiales didácticos, estrategias y herramientas se están usando en clase? ¿cómo incentivar y motivar al alumno hacia la materia? ¿cómo bajar el índice de reprobados y la tasa de abandono? ¿cómo propiciar un clima de enseñanza y aprendizaje adecuado donde el

alumno pueda desarrollar un pensamiento lógico y sus habilidades cognoscitivas?. Realizar un único proyecto de investigación para cubrir todas estas inquietudes resulta muy complicado y engorroso. Sin embargo, es urgente plantear un proyecto orientado a contestar por lo menos algunas de estas preguntas que sirva de base y abra las puertas a futuras investigaciones.

### *Documentación del Problema*

El rendimiento académico es una de las dimensiones más importantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se denomina de diferentes formas: desempeño académico, rendimiento o aptitud escolar. Su concepción es abordada por diferentes autores con variados enfoques.

El rendimiento académico representa una medida que evalúa el conocimiento aprendido por el alumno en el ámbito escolar, pero también es un factor fundamental para medir la calidad y es un indicador que permite visualizar la realidad educativa de la institución (De Miguel y cols., 2002)

La mayoría de las investigaciones definen el rendimiento académico sobre la base de las calificaciones o certificación académica y centran su estudio, en el resultado obtenido por el estudiante sin tomar en cuenta el proceso (Solano, Frutos y Cárceles, 2004). Generalmente se equipara el rendimiento académico con los resultados de la evaluación (notas), con la repitencia y con la deserción (De Miguel y cols., 2002).

En los alumnos que cursan la materia Lógica Computacional en la Escuela de Ingeniería Informática de la universidad, se percibe un bajo rendimiento académico, entendiendo como bajo rendimiento, un alto índice de repitencia, un bajo resultado

cuantitativo en las calificaciones y un alto grado de deserción o abandono en los estudiantes que cursan la cátedra.

El bajo rendimiento en la materia se observa desde hace al menos diez años. Esto se evidencia analizando los datos registrados en las actas de calificaciones del Sistema de Administración de Notas (SAN) de la universidad. En este sistema se registran las actas de calificaciones de cada semestre y es fácil darse cuenta de la cantidad de alumnos retirados, la cantidad de alumnos que abandonan la materia (excluidos por inasistencia) y la cantidad de reprobados cada semestre.

Adicionalmente, se puede analizar y determinar que un alto porcentaje de los alumnos que cursan la materia son repitientes, esto se logra analizando el récord académico de cada alumno.

Esta situación no ha cambiando al revisar los datos de los últimos tres años. En este período, se destaca que existe un alto índice de reprobados y un alto índice de abandono (cantidad de retirados y excluidos por inasistencia). Obviamente, el índice de repitencia viene dado por la cantidad de reprobados del semestre anterior. En la inspección inicial de los datos, no se determina el número de veces que un alumno repitiente está viendo la materia para todas las secciones evaluadas, ya que esto no se obtiene a partir del Acta de Calificaciones que provee el SAN. Se requiere analizar el récord académico de cada alumno para conocer si es repitiente y contar cuántas veces ha cursado la materia. Sin embargo, se evaluaron tres secciones y la cantidad de alumnos que estaban viendo la materia por tercera o cuarta vez es significativa, ya que representan aproximadamente el 20% del total de repitientes. Los datos

estadísticos provenientes del SAN en los últimos tres años pueden verse en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
*Rendimiento Académico de la materia Lógica Computacional 2009-2012*

SEMESTRE	APROBADOS		REPROBADOS		RETIRADOS		EXCLUIDOS POR INASISTENCIA		TOTAL ALUMNOS
Oct. 2009	72	49,0%	42	28,6%	18	12,2%	15	10,2%	147
Mar. 2010	41	33,1%	58	46,8%	12	9,7%	13	10,4%	124
Oct. 2010	40	33,1%	48	39,7%	14	11,6%	19	15,6%	121
Mar. 2011	65	40,1%	66	40,8%	14	8,6%	17	10,5%	162
Oct. 2011	57	51,8%	33	30,0%	8	7,3%	12	10,9%	110
Mar. 2012	63	52,9%	32	26,9%	13	10,9%	11	9,2%	119
<b>TOTAL</b>	<b>338</b>	<b>43,2%</b>	<b>279</b>	<b>35,6%</b>	<b>79</b>	<b>10,1%</b>	<b>87</b>	<b>11,1%</b>	<b>783</b>

Tomando como base los totales generales de los últimos tres años, en la Tabla 1 se puede visualizar que el porcentaje de reprobados es 35,6%, el porcentaje de retirados es de 10,1% y el porcentaje de abandono de la materia por inasistencia es del 11,1%. Esto equivale a que aproximadamente un 57 % de los alumnos no logran aprobar la materia, ya sea porque la reprueban o por abandono (retirados más inasistencia). Se visualiza en la tabla 1 que en los tres últimos períodos (marzo 2011, octubre 2011 y marzo 2012) el índice de reprobados descendió y el de aprobados ascendió. Esta mejora en el rendimiento se debe al aumento en las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el último parcial, donde se evalúan los temas Conjuntos, Relaciones y Funciones. La causa de este progreso probablemente se deba a que en la asignatura precedente, Introducción a la Informática, se incluyó en el contenido nociones básicas de conjuntos para reforzar los conocimientos previos que el alumno necesitaba en este tema de Lógica Computacional. Las notas obtenidas en

los tres parciales antes y después del cambio de la materia Introducción a la Informática pueden verse en la Figura 1.

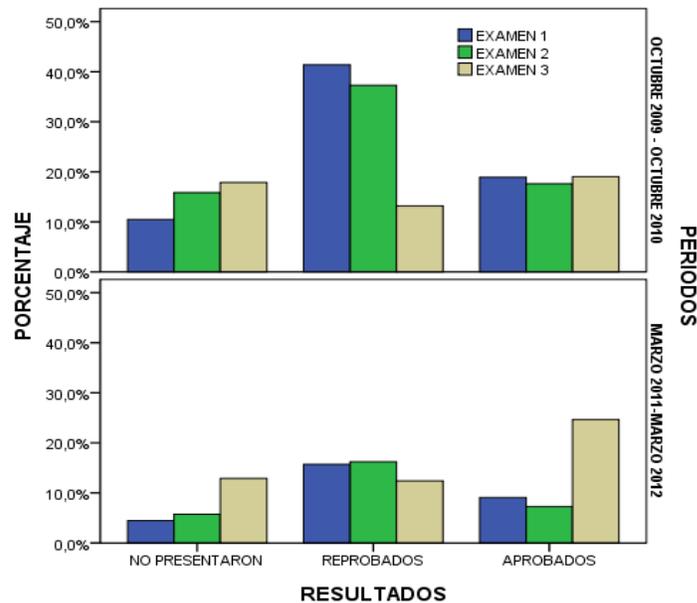


Figura 1. Desempeño de los estudiantes en el período Octubre 2009 a Octubre 2010 y Marzo 2011 a Marzo 2012.

En la Figura 1 se destaca que en el período Marzo 2011 a Marzo 2012 la cantidad de aprobados aumentó 5,6% con respecto al período anterior de Octubre 2009 a Octubre 2010. Esta diferencia positiva coincide con el cambio realizado en los contenidos de la materia Introducción a la Informática.

Otro aspecto que es importante mencionar es que el índice de reprobados se afecta en mayor grado por la calificación del primer parcial, es decir, por la evaluación del tema Lógica Proposicional. En la Tabla 2, se puede visualizar los resultados de esta evaluación, donde los porcentajes de abandono de la materia representan la cantidad de alumnos que no presentan el parcial.

Como puede verse en la Tabla 2, para la evaluación del contenido Lógica Proposicional, la tasa de reprobados más los que desistieron de presentar el examen

es del 72%, mientras que la de aprobados representa un 28% sobre el total. El tema Lógica Proposicional es esencial para el desarrollo del pensamiento abstracto y algorítmico que necesitan los alumnos para cubrir los tópicos de las materias siguientes en el pensum, además de ser una competencia necesaria en su desempeño profesional futuro.

Tabla 2  
*Rendimiento Académico del contenido Lógica Proposicional 2009-2012*

SEMESTRE	APROBADOS		REPROBADOS		NO PRESENTARON		TOTAL ALUMNOS
Oct. 2009	57	38,8%	69	46,9%	21	14,3%	147
Mar. 2010	21	16,9%	86	69,4%	17	13,7%	124
Oct. 2010	30	24,8%	65	53,7%	26	21,5%	121
Mar. 2011	40	24,7%	104	64,2%	18	11,1%	162
Oct. 2011	22	20%	76	69,1%	12	10,9%	110
Mar. 2012	49	41,2%	47	39,5%	23	19,3%	119
TOTAL	219	28%	447	57%	117	15%	783

Adicionalmente, se realizaron entrevistas a los profesores de la materia para corroborar las evidencias numéricas obtenidas. Este instrumento se diseñó como un conjunto de preguntas que permitieron inferir como el docente visualiza la problemática del bajo rendimiento académico de los alumnos de la materia. Por otra parte, el instrumento permitió indagar sobre las causas que, a juicio del profesor, producen el problema del bajo desempeño de los alumnos. Este formulario se encuentra en el Anexo C.

Las entrevistas a los profesores se hicieron en forma escrita, ya que todos los docentes argumentaron no tener mucho tiempo para conversar personalmente. Por lo tanto, se preparó un pequeño formulario, se envió por correo electrónico y se le permitió al docente contestarlo según su disponibilidad. Se aplicó este instrumento a

seis docentes de Lógica Computacional, aún cuando sólo tres de ellos estaban dictando la materia en el semestre en curso (Octubre 2012). Este instrumento fue validado por dos psicólogos de la Universidad investigada.

Todos los profesores de la cátedra coincidieron en reconocer el bajo rendimiento académico de los alumnos en la materia Lógica Computacional.

#### *Análisis de las Causas*

La materia Lógica Computacional tiene una base matemática. La matemática es una materia muy particular ya que socialmente se le vincula con la inteligencia, es decir ¿cuántas veces no se oye decir que un niño es muy inteligente porque es capaz de resolver problemas matemáticos? Ahora bien, ¿a qué se debe esta relación? Según la opinión de la autora, se debe a que una persona con habilidades matemáticas es capaz de resolver problemas considerados de alta complejidad. Esta visión de alta complejidad genera una concepción en el alumno de “materia difícil”. Según Juidías y Rodríguez (2007) y Barberá y Gómez (2000), hay que considerar la existencia de componentes afectivos, actitudinales y de creencias en la enseñanza de las matemáticas, ya que es común encontrar reacciones afectivas en los estudiantes frente a problemas matemáticos que no les permite resolverlos en forma competente; las actitudes y las creencias se consideran resistentes al cambio.

El estudio y la práctica de la matemática ayuda a desarrollar habilidades cognitivas. El hecho de que para resolver un problema matemático se necesite una toma de decisiones sobre qué método seleccionar y cómo llegar a la solución por ese método, hace del matemático un ser estratégico (Juidías y Rodríguez ,2007). Lo mismo pasa con la materia Lógica Computacional. Para resolver un problema, el

alumno necesita, no sólo entender el enunciado del problema y traducirlo, sino también evaluar diversas alternativas de solución y seleccionar la que le parece más apropiada, organizar los pasos en que llevará a cabo la resolución del problema, aplicar cada paso en forma precisa, argumentando y verificando que el resultado sea el correcto antes de pasar al siguiente paso, comprobar que la solución que se obtuvo es precisa y correcta y, si es posible, aplicar otro método para comparar conclusiones y así verificar su exactitud. Adicionalmente, con la práctica, el alumno adquiere la capacidad de transferir estos conocimientos a otros tipos de ejercicios y a otros ámbitos de su vida académica y profesional. Con todo esto, el alumno se transformará en una persona estratégica (De Gouveia, 2012).

En el caso de estudio, el alumno de Lógica Computacional es un sujeto que por lo general presenta una actitud negativa hacia la materia, según opinión verbal tanto de profesores como de alumnos. Los alumnos repitentes poseen un alto grado de frustración y desmotivación y los alumnos que la están viendo por primera vez, comúnmente vienen predispuestos a concebir la materia como difícil e innecesaria. Esto aunado a que existe una predisposición negativa por parte del alumno hacia el contenido impartido y la forma cómo éste se dicta en clase. Esto hace necesario considerar la opinión de los estudiantes de Lógica Computacional sobre los contenidos que estiman de mayor complejidad en la materia y sobre la mejor manera que deberían enseñarse. Para ello, se tomaron en cuenta las opiniones emitidas por los alumnos en las encuestas oficiales de la universidad que se llevan a cabo al final de cada semestre (Anexo B).

Para realizar el estudio de la opinión de los estudiantes sobre la materia, se tomó el resultado de la encuesta del semestre anterior (Marzo 2012) considerando sólo el ítem 9 y el ítem 10 de la encuesta. Dichos ítems cubren la opinión del alumno sobre la dificultad de la materia y su expectativa de los resultados obtenidos según su calificación final. Del total de 119 alumnos que estaban cursando la materia en el semestre Marzo 2012, solamente 98 alumnos llenaron la encuesta. El resultado puede verse en la Tabla 3.

En el análisis de los resultados de la Tabla 3, se concluye que un elevado porcentaje de alumnos (77%) consideran la materia con un alto grado de dificultad y un 69% de los alumnos obtuvieron una nota por debajo de la esperada por éstos.

Tabla 3

*Resultados de la Encuesta Oficial de la Universidad en el Semestre Marzo 2012*

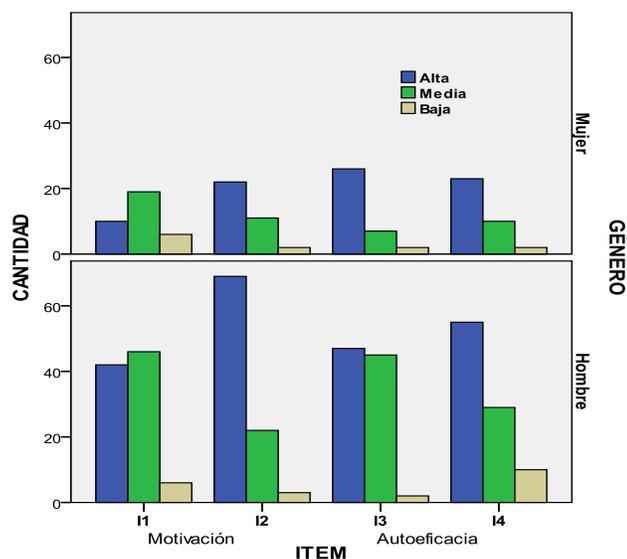
9. La dificultad del contenido de esta asignatura es											
(1) Alta		(2)		(3)		(4)		(5)		(6) Baja	
75	77%	16	16%	5	5%	2	2%	0	0%	0	0%
10. En esta asignatura, las calificaciones que he obtenido son:											
(1) Inferiores a las que esperaba				(2) Iguales a las que esperaba				(3) Superiores a las que esperaba			
68		69%		29		30%		1		1%	

Adicionalmente, se realizó una encuesta de elaboración propia para ahondar en el tema y para poder documentar las posibles causas del problema del bajo rendimiento. Dicha encuesta ya había sido validada por expertos y aplicada en semestres anteriores. En esta encuesta se evaluó cuáles son los temas que el estudiante considera más difíciles en Lógica Computacional y adicionalmente, se verificó si el estudiante considera que el uso de un software educativo en la materia sería de ayuda en su proceso de aprendizaje. Se le hicieron modificaciones a esta

encuesta para comprobar si los estudiantes estaban familiarizados con el uso de computadoras, si disponían de una computadora en su hogar y si tenían conocimientos y destrezas en el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). También se incluyeron unos ítemes que permitieron medir y verificar la actitud del alumno con respecto a la materia para comprobar si la mayoría de los alumnos presentan el problema de predisposición negativa hacia la misma, aunque esto no está en el alcance de este trabajo, es importante para futuras investigaciones. Esta encuesta puede verse en el Anexo D y se realizó al principio del semestre Octubre 2012. Las modificaciones realizadas en dicha encuesta fueron validadas por expertos, docentes de la materia y un psicólogo de la Universidad. Se aplicó la encuesta en dos semestres consecutivos (Marzo 2012 y Octubre 2012) a 129 alumnos de un total de 195 alumnos que cursaron Lógica Computacional en dichos semestres. Se muestran sólo los resultados que interesan al estudio, tales como el factor motivación (I1, I2), el factor de autoeficacia (I3, I4), la disposición y uso de computadoras y TIC (IV2, IV4, IV5), y la opinión de los alumnos sobre el uso de un software educativo en el aprendizaje de la lógica (IV3).

Los resultados para los ítemes I1, I2, I3 e I4 pueden visualizarse en la Figura 2 por género y en la Figura 3 por índice de repitencia. En la Figura 2 se destaca que predomina la respuesta *baja* en los ítemes relativos a la motivación y la autoeficacia, lo cual confirma que los alumnos de Lógica Computacional tienen una baja motivación y una baja expectativa de éxito en la materia. También se destaca que en la población que conforman los alumnos de la Escuela de Informática de la universidad hay menos alumnas que alumnos. La población de estudiantes en los

períodos Marzo 2012 y Octubre 2012 que muestra la Figura 2, de 129 estudiantes a los que se le aplicó la encuesta, 76 son varones y 33 son hembras.



*Figura 2.* Resultados de la Encuesta Lógica Computacional por género, realizada en los semestres Marzo 2012 y Octubre 2012 (Ítemes I1, I2, I3, I4).

Adicionalmente, como ya se mencionó anteriormente, hay un alto índice de repitientes en la materia, los cuales presentan un alto grado de desmotivación y bajas expectativas de logro. Para verificar esta afirmación, puede verse la Figura 3. Allí se destaca que la mayor parte de los estudiantes tienen baja motivación y una expectativa baja de éxito en la materia Lógica Computacional.

Es de destacar que ante la pregunta ¿cómo consideras que es tu capacidad para aprender lógica? (ítem I4), sólo se obtuvo una respuesta positiva (alta capacidad) de los alumnos que están viendo la materia por primera vez, y sólo tres de los repitientes declararon tener alta capacidad. Esto evidencia que los alumnos nuevos al igual que los repitientes, tienen una motivación y expectativa de logro baja.

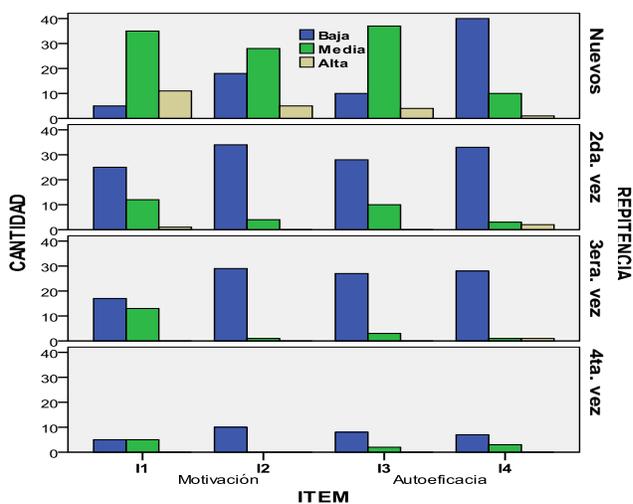


Figura 3. Resultados de la Encuesta Lógica Computacional por índice de repitencia, realizada en los semestres Marzo 2012 y Octubre 2012 (Ítemes I1, I2, I3, I4).

Para los ítemes correspondientes al uso de las TIC (IV2, IV4, IV5) y la consideración del uso del software educativo (IV3), se totalizó sin tomar en cuenta el género ni el índice de repitencia ya que los resultados arrojados muestran que la mayoría de los alumnos están familiarizados con los computadores y en general, todos usan herramientas TIC. Sólo uno de los alumnos encuestados manifestó que no es necesario el uso de un software educativo para el aprendizaje de Lógica Computacional (este alumno es de género femenino y está viendo la materia por primera vez). En la Tabla 4 pueden verse los resultados.

Tabla 4

Resultados de la Encuesta Lógica Computacional aplicada en los Semestres Marzo 2012 y Octubre 2012 para los ítemes IV2, IV3, IV4 y IV5

RESPUESTA	USO DE LAS TIC						SOFTWARE EDUCATIVO	
	IV2		IV4		IV5		IV3	
SI	127	98,45%	129	100%	129	100%	128	99,22%
NO	2	1,55%	0	0%	0	0%	1	0,78%

Como resultado de la encuesta mostrada en el Anexo D, se determinó los temas considerados difíciles en la materia. Para ello, se tomaron en cuenta los ítemes correspondientes a la Parte II de dicha encuesta (II1, II2, II3, II4, II5, II6). De los 129 alumnos a los que se les aplicó la encuesta, 91 alumnos contestaron que el tema *Derivaciones o Argumentaciones en Lógica Proposicional* (II4), tiene un alto grado de dificultad (*Nivel = 5 = Muy difícil*). Los resultados de la Parte II de la encuesta se muestran en la Tabla 5. La columna *Nivel* representa el grado de dificultad del contenido expresado por el encuestado que va desde *ninguna dificultad* (valor 1) hasta *muy difícil* (valor 5). Según opinión de los profesores, es justamente en este tema donde los estudiantes demuestran menor desempeño, basándose en los resultados de las evaluaciones realizadas en semestres anteriores. Por otra parte, se determinó la importancia que los alumnos dan a la práctica en la materia. En este sentido, se visualizó una inclinación al uso de herramientas tecnológicas que los ayude a ejercitar la materia y reforzar sus conocimientos conceptuales y procedimentales.

Tabla 5  
*Resultados de la Encuesta Lógica Computacional aplicada en los Semestres Marzo 2012 y Octubre 2012 para los ítemes II1, II2, II3,II4, II5 y II6*

NIVEL	ÍTEMES											
	II1		II2		II3		II4		II5		II6	
1	35	27,13%	22	17,04%	59	45,74%	2	1,56%	12	9,30%	77	59,69%
2	42	32,56%	34	26,36%	37	28,68%	6	4,65%	11	8,53%	28	21,71%
3	21	16,28%	28	21,71%	12	9,30%	12	9,30%	16	12,40%	10	7,75%
4	20	15,50%	28	21,71%	14	10,85%	18	13,95%	34	26,36%	9	6,97%
5	11	8,53%	17	13,18%	7	5,43%	91	70,54%	56	43,41%	5	3,88%

Para incluir la opinión formal de los docentes, se llevaron a cabo entrevistas escritas a seis profesores de la materia, para determinar las causas que éstos consideran más relevantes en el problema del bajo rendimiento en la materia (Anexo C). Los resultados expresan que todos los docentes están conscientes de que el bajo rendimiento en Lógica Computacional es un problema real. También coincidieron en que el tema que resulta más difícil para los alumnos es Lógica Proposicional, lo cual coincide con lo expresado por los alumnos en el instrumento del Anexo D. Además, los docentes entrevistados reconocieron que los alumnos presentan una baja motivación hacia el contenido impartido en la materia y que sus expectativas de logro son bajas. Según los docentes, los alumnos consideran la materia Lógica Computacional como poco relevante en la carrera de Ingeniería Informática y muchos alumnos han manifestado a los docentes su inconformidad con respecto a la prelación que la materia representa en el pensum de la carrera. Cuatro de los docentes expresaron que los alumnos se muestran apáticos a la materia y que les cuesta aprender lógica debido a un problema de baja expectativa hacia los resultados que obtendrán en las evaluaciones y su estado de frustración. Dos de los docentes atribuyen como causa del problema del bajo rendimiento, la baja autoestima que tiene el alumno, aunado esto a un nivel bajo de motivación al logro, expresado éste en conversaciones que los docentes han sostenido con algunos de sus alumnos.

Cabe destacar, que todos los docentes entrevistados expresaron que necesitan actualizar sus estrategias didácticas y que el uso de un software educativo sería una ayuda valiosa para reforzar y ejercitar los contenidos impartidos en la materia. Todos

los profesores coincidieron en afirmar que esta herramienta ayudaría en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El bajo rendimiento académico afecta también a los docentes. En general, existen diversas investigaciones que confirman un efecto motivador en los estudiantes con el uso de las TIC, pero de igual forma, el uso de las TIC se considera un aspecto motivador en los docentes, ya que las clases son más interesantes, la presentación de los materiales didácticos es mejor y el acceso a la información es más fácil y rápido; el alumno se torna más autónomo y el docente se convierte en guía (Paredes y Días, 2012).

#### *Relación del Problema con la literatura*

A continuación se detallan algunos tópicos necesarios para el cabal entendimiento del problema que abarca este Practicum. Adicionalmente, se discuten investigaciones semejantes y se vinculan con el escenario de trabajo.

#### *Rendimiento académico*

La realidad educativa se ve reflejada en el resultado del rendimiento académico. Este resultado debe tener relación directa con la calidad de la Institución Educativa y medir la competencia del estudiante tanto en el aspecto cognoscitivo como en el conjunto de destrezas, habilidades, aptitudes y actitudes que ha logrado el alumno en la trayectoria del proceso educativo.

La definición del rendimiento académico es complejo debido al carácter multidimensional del término (Abalde, Barca, Muñoz y Fernando, 2009). Se le define como desempeño o logro académico, rendimiento escolar o simplemente resultado académico.

Es común equiparar el rendimiento con el logro del estudiante en las tareas académicas asignadas, es decir, el rendimiento mide los resultados obtenidos en el proceso de aprendizaje. Tejedor y García-Valcárcel (2007) diferencian dos categorías de resultados, los *inmediatos* y los *diferidos*. Los resultados inmediatos están dados por las calificaciones que el estudiante obtiene y que definen el éxito o fracaso de su vida académica. Adicionalmente, estos resultados inmediatos se miden cuantitativamente mediante las calificaciones, la aprobación o tasas de promoción, la deserción o abandono y la repitencia o grado de éxito académico (Tejedor y García-Valcárcel, Vélez y Roa, 2005). Los resultados diferidos, por otro lado, están vinculados con el desempeño laboral del egresado, en términos de productividad y eficacia (Tejedor y García-Valcárcel).

Los resultados inmediatos también se representan en función de las tasas de presencia en las actividades académicas o regularidad académica del alumno. Este resultado mide la actitud del estudiante hacia una materia en particular o en general, hacia la institución. En este caso, es necesario revisar el nivel de satisfacción del alumno con las condiciones y actividades de enseñanza y evaluación (Tejedor, García-Valcárcel, 2007).

En el mismo orden de ideas, Rodríguez, Fita y Torrado (2004) se refieren a las notas como el rendimiento inmediato y los logros personales y profesionales como el rendimiento mediato. Para Rodríguez y cols., el rendimiento académico se define como “la relación entre la potencia (input) del que aprende y el producto que se logra (aprendizaje)” (p.399).

Con base en lo expuesto, es común asociar el rendimiento académico a la calificación obtenida por los estudiantes en las evaluaciones. Sin embargo, la medición del rendimiento académico puede ser más amplia. El rendimiento se percibe representado con un valor cuantitativo, pero también puede adoptar valores cualitativos. El conjunto de estos valores representa una medición que evidencia no sólo los conocimientos alcanzados, sino también las habilidades, destrezas, actitudes y valores desarrollados por el alumno en el proceso educativo (Navarro, 2003).

Según Colmenares y Delgado (2008), el rendimiento académico es el producto de diversas mediciones. La mayoría de estas mediciones son cuantitativas y/o cualitativas, siguiendo indicadores precisos de evaluación para asegurar que el resultado sea objetivo y fiable. Sin embargo, esta medición representa un valor relativo, ya que no hay uniformidad de criterios entre instituciones, materias, secciones y muchas veces, ni siquiera entre docentes. Colmenares y Delgado destacan el rendimiento como una variable dicotómica, que se divide en lo que los autores llaman el *rendimiento normal*, asociado a la no repitencia y el *subrendimiento*, asociado a la repitencia.

Ahora bien, las mediciones más utilizadas en el contexto educativo, en particular en la institución en estudio, son: 1) promedio de notas o índice académico, 2) cantidad de alumnos que logran pasar al nivel inmediato superior en el plan de estudios, como medida del grado de eficiencia del proceso de aprendizaje en la institución educativa, 3) el índice de eficiencia de un alumno, medido como la relación entre el número de materias aprobadas y los créditos cursados, y, 4) el índice

de repitencia del alumno en las materias cursadas, es decir, la cantidad de veces que reprobó una materia y, 5) el tiempo que se demoró el alumno en graduarse.

En otro orden de ideas, el rendimiento depende directamente de las estrategias de evaluación que se apliquen. Los resultados son condicionados dependiendo de los criterios e instrumentos utilizados para llevar a cabo la evaluación. El rendimiento académico se afecta en relación al proceso evaluativo realizado y no es válida la comparación de desempeños si se aplica a distintos contextos académicos (De Miguel y cols., 2002).

Existen diferentes fuentes bibliográficas que evidencian una gran diversidad de líneas de estudio sobre el tema del rendimiento académico. La mayoría de las investigaciones se enfocan básicamente en encontrar las relaciones causales que tiene el rendimiento con variables de diferentes índoles. La idea es que la evaluación de estas variables produzca una reflexión y una intervención pedagógica para mejorar el desempeño de los estudiantes.

Garbanzo (2007) revisa los factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios y su vinculación con la calidad educativa. Para ello hace una revisión exhaustiva de diversas investigaciones realizadas en España, Colombia, México, Cuba y Costa Rica. Asegura que la mayoría de los estudios son cuantitativos y se basan en las materias aprobadas o reprobadas, la deserción y el grado de éxito académico. El rendimiento académico lo considera un valor significativo para medir el resultado del proceso de aprendizaje y considera que existen componentes cognitivos, sociales y emocionales que intervienen directamente con el rendimiento. Basándose en esto, Garbanzo divide estos factores intervinientes en tres grandes

grupos: determinantes personales, determinantes sociales y determinantes institucionales. Entre los determinantes personales más destacados se encuentran la motivación y el autoconcepto académico del estudiante.

También se ha relacionado el coeficiente de inteligencia del estudiante como determinante de su rendimiento. Castejón, Gilar y Pérez (2007), realizaron una investigación sobre el aprendizaje complejo, comprobando que la inteligencia tiene una influencia positiva en la adquisición del conocimiento procedimental, pero no influye en el conocimiento conceptual.

Según Tournon (1984; citado en Montero, Villalobos y Valverde, 2007), señala diversos factores que afectan el rendimiento. Para Tournon el rendimiento se define como

...un resultado del aprendizaje, suscitado por la intervención pedagógica del profesor o la profesora, y producido en el alumno. No es el producto analítico de una única aptitud, sino más bien el resultado sintético de una suma (nunca bien conocida) de elementos que actúan en, y desde la persona que aprende, tales como factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos (p. 218 )

Los *factores institucionales* tienen que ver con el ambiente en las instalaciones educativas. Cantidad de alumnos por sección, los horarios de clase y la disposición adecuada de espacios de estudio y la disponibilidad y diversidad del material a consultar en las bibliotecas, son ejemplos de las variables que conforman estos factores. Por otra parte, los *factores pedagógicos* tienen que ver con las estrategias de enseñanza utilizadas por el docente, los métodos de evaluación y los materiales didácticos (Montero, Villalobos y Valverde, 2007)

Los *factores psicosociales*, tienen que ver con la relación del alumno con la sociedad. Incluyen todos aquellos rasgos de la personalidad que pueden afectar el rendimiento académico. Entre los más importantes podemos mencionar la motivación y la autoeficacia. Por último, los *factores sociodemográficos*, son todas aquellas variables utilizadas en el campo de la investigación social para el estudio del comportamiento. Estos factores son importantes porque el medio social, económico y cultural ejerce un gran impacto en el desarrollo académico y profesional del estudiante. Algunas de las variables que se estudian son el nivel económico, educativo y cultural del grupo familiar y social donde se desenvuelve el alumno. (Montero, Villalobos y Valverde, 2007).

El caso objeto de este estudio, se enfoca en factores pedagógicos, ya que se evaluará el uso de un software educativo en la materia Lógica Computacional como herramienta de enseñanza y aprendizaje y su efecto en el rendimiento académico. Adicionalmente, aunque el tema escapa del alcance de este trabajo de investigación, la autora considera importante revisar algunos factores psicosociales relativos a la motivación y la expectativa de logro o autoeficacia del estudiante, ya que existe una desmotivación expresada tanto por alumnos como profesores en las entrevistas y encuestas aplicadas antes de realizar el estudio. La idea es dejar la puerta abierta a futuras investigaciones en el área.

Diversos estudios avalan que la autoeficacia del estudiante incide en su rendimiento. La autoeficacia puede definirse como la motivación intrínseca que mueve a un sujeto a obtener objetivos. Es un concepto multidimensional de la competencia con los estándares de excelencia o como el deseo de las personas a

establecer y realizar objetivos propios (Clark Varadarajan y Pride, 1994; citado en Luna, 2002). Para que el aprendizaje sea efectivo, es primordial considerar tanto la aptitud como la actitud del aprendiz. Para ello el docente debe hacer uso de estrategias motivacionales para desarrollar actitudes favorables hacia el aprendizaje por parte del alumno.

Colmenares y Delgado (2008) llevaron a cabo una investigación en la Universidad de los Andes en Venezuela, donde establecieron una correlación positiva y significativa entre la motivación de logro y el rendimiento académico. Concluyeron en esta investigación que los elevados índices de aplazados, de repitencia y de deserción son producto de una baja o una ausencia de la motivación de logro por parte de los alumnos.

Es importante destacar que, por motivos de tiempo y disponibilidad de recursos, se seleccionó sólo un tema de la materia Lógica Computacional, el tema Lógica Proposicional, que coincide con el contenido desarrollado en el software educativo a usar. Es bueno resaltar, que, en semestres anteriores, los alumnos han obtenido más bajas calificaciones en la evaluación de este contenido con respecto a los temas restantes de la materia. Adicionalmente, en los resultados de la encuesta realizada (Anexo D) y en las entrevistas realizadas a los docentes (Anexo C), se concluyó que el tema Lógica Proposicional es el que resulta de mayor dificultad en el aprendizaje.

Para efectos del estudio que se realizó en este trabajo, se decidió tomar el rendimiento como un resultado expresado e interpretado en forma cuantitativa a través de las notas, ya que era necesario comparar el rendimiento en períodos

anteriores y las Actas de Calificaciones obtenida desde el SAN de la institución simplificaba la obtención de la información. Se midió el rendimiento académico tomando sólo los resultados cuantitativos de la evaluación realizada al final de la investigación, es decir, las notas obtenidas por los alumnos. Adicionalmente, se consideró como medida de deserción o abandono, la cantidad de retirados y el número de inasistencias en la evaluación de la materia. Por otra parte, también se consideró el indicador de repitencia como una variable o factor externo que pudiera afectar el rendimiento estudiantil.

#### *Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).*

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) son el conjunto de sistemas capaces de administrar una cantidad enorme de contenidos, mediante el empleo de tecnologías novedosas que hacen uso de computadoras y programas informáticos para almacenar, transformar y recuperar información proveniente de diversas fuentes.

Según Jaillier (2009), se denominan TIC, al “conjunto de tecnologías complejas que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones contenidas en señales de naturaleza gráfica (texto escrito e imágenes impresas), acústica (sonidos), óptica (imágenes) o electromagnética (datos alfanuméricos)” (p.18)

En los últimos años la sociedad ha sido protagonista de importantes cambios en todos los ámbitos, en especial, en el ámbito social y cultural. El avance vertiginoso de la tecnología es el causante directo de muchos de estos cambios. Vivimos en la Sociedad de la Información, donde las nuevas tecnologías son la fuente principal de,

prácticamente, toda la información. El sistema educativo debe adaptarse y atender las demandas que exigen estos cambios socioculturales.

Las nuevas tecnologías, sin embargo, no son buenas porque sí. Son positivas sólo si están bien enfocadas para ayudar al individuo, no sólo a la obtención de conocimientos, sino a obtener una estrategia para aprender mejor. En el ámbito educativo se hace necesario cambiar de una manera organizada y sistemática el aprendizaje de todo el cúmulo de conocimientos que nos exige manejar la nueva era.

La escuela en la Sociedad de la Información ya no es la fuente primordial del conocimiento en muchos dominios, por lo que el alumno no espera del sistema educativo la transmisión de únicamente información. El modelo educativo deberá enfocarse más hacia el aprendizaje autodirigido que hacia la enseñanza. No basta que el docente conozca la materia, ya que las fuentes de información son cada vez más accesibles y completas. El docente debe ser facilitador del aprendizaje y administrar apropiadamente los medios de comunicación necesarios y disponibles (computadoras, internet, etc.), así como también, brindar las herramientas adecuadas para que el alumno pueda seleccionar, organizar y saber interpretar toda la información y darle sentido a la misma.

La educación tiene como objetivo final, la formación integral de la persona. Las instituciones universitarias deben formar egresados competentes que dominen su área de conocimiento y que a la vez, tengan habilidades y destrezas para poner en práctica lo aprendido, en el ámbito laboral. Además, el egresado debe poseer actitudes, principios y valores para poder vivir y convivir con los demás. Según Cardona (2003),

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación tomando como referente los desarrollos que Internet ha inculcado a la sociedad actual, nos permite presentar un replanteamiento de las nuevas didácticas que podemos desarrollar en todos los niveles educativos para poder lograr la formación integral del ser humano, razón de ser de nuestra labor educativa (p.17).

El uso de herramientas computarizadas se relaciona estrechamente al desarrollo de la autorregulación del alumno, ya que el uso del computador permite al alumno planificar cómo, cuándo y dónde llevar a cabo las actividades de aprendizaje, además de agregar interactividad en los escenarios educativos (Montes y Ochoa, 2006). Esto le permite al alumno una independencia y control sobre sus actividades. Esta actitud es propia de un alumno autorregulado y un alumno autorregulado suele ser también un alumno motivado.

Existen diversas investigaciones que aseguran que el uso de las TIC también incide favorablemente en el aprendizaje. Entre algunas de las ventajas que proporciona el uso de las TIC, se pueden mencionar que promueve el protagonismo del alumno con lo que aumenta su motivación y adicionalmente, fomenta el trabajo cooperativo (Díaz, 2004). En la misma línea de estudio, Monereo (2003) considera que el computador proporciona al estudiante herramientas que le brindan oportunidades de aprendizaje distintas a las ofrecidas por los canales tradicionales, a la vez que facilita la labor de enseñanza del docente. Waldegg (2002) afirma que las actividades relacionadas al aprendizaje del alumno son su responsabilidad no la de las TIC. El software sólo puede impulsar el desarrollo de destrezas que permiten al alumno estimular la autorregulación de su aprendizaje.

Area (2005) realiza una revisión de las líneas de investigación que han abordado el tema de las TIC y su influencia en el sistema escolar. En este estudio se

identifican cuatro áreas de investigación: 1) estudios sobre indicadores cuantitativos que miden el uso de las TIC en ámbitos escolares; 2) estudios sobre el efecto de las TIC en el rendimiento y el aprendizaje; 3) estudios sobre las perspectivas (opiniones, actitudes y expectativas) de los agentes educativos hacia las TIC; 4) estudios sobre las prácticas del uso de las TIC en contextos escolares.

Con respecto a la primera línea de investigación, existen muchos y diversos estudios que indagan el impacto del uso de las computadoras en el aula de clase. Sin embargo, las estadísticas que arrojan estos estudios, muestran que no siempre se dispone de equipos de computación ni de los recursos apropiados para el uso de TIC en las aulas (Area, 2005). Adicionalmente, es necesario señalar que el proveer de tecnología a las escuelas sin una práctica educativa adecuada, no garantiza un efecto positivo en el aprendizaje (Means, 1998; citado en Area, 2005).

McAnally-Salas, Navarro y Rodríguez (2006) realizaron un estudio en institutos de educación superior en México donde se busca la manera de organizar contenidos de tal manera de integrar las TIC para impartir el conocimiento explícito y dejar los conocimientos tácitos para el aula de clase. La idea es hacer un uso más eficiente del espacio físico de las aulas. En este estudio se concluye que se puede aumentar hasta un 60% la capacidad de aula y además, se captura la atención del alumno hasta un 120% más con el uso apropiado de las TIC. Sin embargo, también se destaca que es imprescindible que el uso de las TIC esté integrado y sea coherente con las actividades pedagógicas que el docente planifique y las expuestas en los contenidos curriculares. Se ha detectado que muchas veces los institutos universitarios hacen una gran inversión en tecnología que repercute en forma casi

nula en el avance y mejora del aprendizaje, ya que no se planifica adecuadamente el uso de esta tecnología en las actividades curriculares (Baelo, 2008).

En lo que respecta a los estudios sobre los efectos de las TIC en el rendimiento académico y el aprendizaje de los alumnos, los resultados son muy dispersos y no se ha llegado a conclusiones definitivas. Sin embargo, tanto las investigaciones que han obtenido que existe una incidencia positiva en el rendimiento académico con el uso de las TIC en el aula, como aquellos estudios que no encuentran ninguna influencia significativa en el desempeño del estudiante, coinciden en que los resultados están influenciados por la forma en que la tecnología es usada y por el rol que el profesor desempeña en la didáctica educativa (Area, 2005).

Según Vidales (2005; citado en Martínez y Heredia, 2010) el uso de las TIC en la educación provee de interactividad, flexibilidad, entretenimiento y transferencia de información en forma amplia e instantánea, sin embargo, aún no logran transformar el aula y el proceso educativo en sí.

Martínez y Heredia (2010), realizan un estudio para indagar como ha impactado el uso de las TIC en el desempeño académico de los estudiantes en el salón de clase, en particular en alumnos del área de Informática. Para ello realizan un trabajo de investigación con un enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional usando un grupo de estudiantes de un Instituto Universitario Mexicano. La prueba se hizo ex post-facto, ya que se fue llevando y acumulando datos de períodos académicos anteriores. La cátedra estudiada fue Lenguajes de Programación, una materia importante en el área de Informática y se midió el rendimiento académico con base en la calificación final de la materia. También se tomó en cuenta el desempeño

académico del estudiante antes de cursar la materia. Se observó una tendencia a incrementar el promedio de la calificación final con el uso de las TIC, sin embargo, no fue un incremento significativo. Por otra parte, resulta interesante constatar una mejora relevante en aquellos alumnos con mejor perfil académico, comparándolos con alumnos que ya traían deficiencias en sus resultados anteriores.

Siguiendo la misma línea de investigación, Nossa (2007) realizó un estudio para evaluar los efectos diferenciales de dos estrategias didácticas, una ejecutada en forma presencial, y la otra, con modalidad virtual. Este estudio se llevó a cabo en un grupo de 68 estudiantes de Psicología particularmente, en las materias Metodología de la Investigación y Estadística Descriptiva. Se seleccionó en forma aleatoria, 31 estudiantes para conformar el grupo presencial y 37 estudiantes a los que se les aplicó una estrategia virtual. Esta investigación dio como resultado que no se encontraron diferencias significativas en cuanto al aprendizaje logrado entre el grupo presencial y el grupo virtual. En otras palabras, ambos grupos de estudiantes aprenden en forma similar, sin importar si se usa la modalidad presencial o la virtual.

La tercera línea de investigación señalada por Area (2005) se refiere a estudios sobre las percepciones que los docentes y otros agentes educativos tienen del uso de las TIC en los centros escolares. Según la evaluación realizada por Area (2005) en diversas investigaciones, se concluye que se percibe una actitud positiva hacia el apoyo que puede brindar el uso de las TIC en la enseñanza. Sin embargo, es importante incluir la formación académica que el docente requiere en el uso de las nuevas tecnologías y cómo utilizarlas en beneficio del aprendizaje de los alumnos.

Para ello, debe conocer las distintas modalidades y enfoques de enseñanza que brinda el uso de herramientas computarizadas.

Igualmente, la última línea de investigación que menciona Area (2005) tiene que ver con los análisis realizados sobre el uso de las distintas prácticas pedagógicas usando herramientas tecnológicas. Una de las investigaciones más interesantes al respecto, es la realizada por Zhao et al. (2002; citado en Area, 2005), donde se identificaron 11 factores que afectan significativamente la integración pedagógica de la tecnología. Estos factores se dividen en tres grandes dominios: el docente innovador, el proyecto y el contexto. Se concluye que cuando el profesor está altamente motivado, es competente e innovador y la garantía de éxito de los proyectos es alta.

Con respecto a la clasificación de las TIC, Según Paquienséguy (2005; citado en Jaillier , 2009), las TIC se clasifican según su evolución en varios tipos; las *TIC análogas*, cuya transmisión es analógica, tales como prensa, radio y televisión; la *audiovisual electrónica*, tales como satélites, cable y microondas; las *telecomunicaciones* de tipo telemático y, las *TIC digitales*, representadas por todas las herramientas que pueden usarse en las computadoras digitales. Entre las TIC digitales, la herramienta más destacada en el proceso de enseñanza y aprendizaje es el software educativo.

#### *Software educativo*

Un software educativo es un programa o un conjunto de programas informáticos, creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Adicionalmente, el uso del software educativo permite el desarrollo de ciertas habilidades cognitivas, ya que se diseña de una forma similar a como tienen lugar los procesos cognitivos internos del estudiante y llevados de la mano con estrategias didácticas adecuadas y orientadas por docentes expertos (Read y Barcená, 2003). En el mismo orden de ideas, Ortega (2002) expresa:

El software para el desarrollo de habilidades mentales trabaja en combinación con recursos multimedia y tiene como principal objetivo poner en práctica operaciones de pensamiento convergente y divergente, lineal y lateral. Las funciones principales de este tipo de programas son la ejercitación y la práctica, éstas muchas veces se evalúan de manera automatizada. (p.192)

Para Lozano y Barba (2004), el software educativo se define como “el conjunto de programas que permiten a una persona utilizar la computadora para diferentes fines; en este caso, nos interesan aquellos componentes operativos facilitadores del proceso educativo” (p.74).

Para el desarrollo de un software educativo, es importante prestar atención a los diferentes tipos de interacción que debería existir entre los actores del proceso de enseñanza y aprendizaje, el docente, el alumno, el conocimiento a impartir y el computador. La evaluación del software educativo es importante en dos aspectos: el *informático o computacional* y el *didáctico*. En el aspecto computacional, el ingeniero de software debe seguir minuciosamente un mecanismo de evaluación que le permita verificar y corregir el diseño, la programación y la implementación del conjunto de programas que conforman el software. Debe realizar pruebas exhaustivas para probar la interfaz, verificar que los requerimientos funcionales del sistema estén completos y robustos, que el diseño de la base de datos este correcto y contemple todas las estructuras. Además debe verificar con el usuario final que el sistema sea

amigable y fácil de usar (Pressman, 2010). La evaluación en el aspecto didáctico, por otra parte, es un proceso que debe ser realizado por docentes o expertos en pedagogía, ya que el software educativo debe cubrir todas las necesidades en cuanto a contenidos y estrategias didácticas del ámbito académico donde será utilizado.

Galvis (2004) distingue la evaluación en tres componentes, el comunicacional (interfaz), el computacional (funcionalidades, estructuras y secuencias) y el educativo (alcance, contenido y tratamiento) para asegurar que el software sea viable, confiable y de calidad. Galvis, ideó una metodología dinámica para el desarrollo del software educativo que está compuesta por cuatro fases: Diseño Educativo, Producción, Realización e Implementación del software. No es necesario culminar una fase para iniciar la siguiente, es decir, las fases pueden hacerse en paralelo, con lo cual el tiempo de culminación puede ser más corto. Adicionalmente, se puede trabajar con prototipos, es decir, versiones preliminares del programa, de tal manera, que el usuario (administradores, docentes y estudiantes) puedan hacer revisiones y validaciones para que el desarrollador corrija y ajuste los requerimientos.

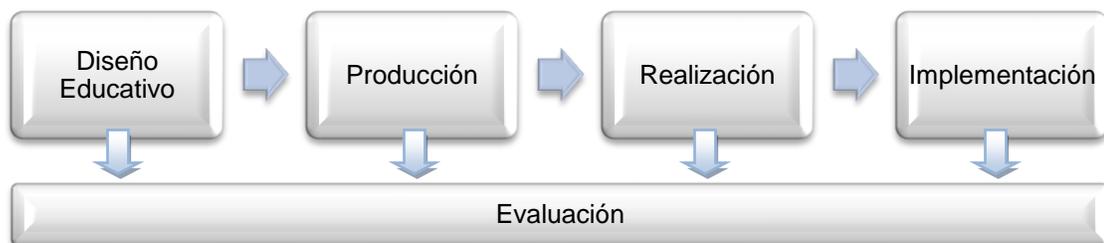
En el mismo orden de ideas, para Lozano y Barba (2004), la evaluación de un software educativo tiene dos dimensiones: la *evaluación relacional* y la *evaluación externa*. La evaluación relacional es el análisis didáctico del software educativo y su relación con todos los elementos del proceso educativo: los alumnos, los docentes, los objetivos educacionales, el contenido, la metodología o estrategias didácticas, los recursos didácticos, el tiempo y el lugar. La evaluación externa mide los aspectos técnicos, económicos y estéticos del software educativo. Según Lozano y Barba, se

deben tomar en cuenta la calidad del entorno audiovisual, la interfaz, el nivel de interactividad y la facilidad de navegación.

Para Alfageme, Rodríguez y Solano (2004), existen dos momentos para la evaluación de un software educativo. El primer momento ocurre en el diseño y desarrollo del software antes de ponerlo en producción. La evaluación que se realiza en este momento es más técnica que semántica. El desarrollador diseña, codifica y prueba el software para hacerlo funcionalmente adecuado. El segundo momento, conocido como prueba de campo, sucede cuando ya el software está disponible para sus usuarios y es necesario valorar que los resultados que se obtienen de su uso correspondan con los objetivos para los cuáles el sistema fue diseñado. En este segundo momento, se corrige y se perfecciona el software.

El software que se usó para la realización del presente estudio se desarrolló bajo la Metodología Dinámica de Galvis (2004). Se decidió usar esta metodología porque es de fácil aplicación y tiene un marco teórico y práctico bien definido y usado desde hace muchos años. Los lineamientos de la metodología de Galvis siguen vigentes porque constituyen una guía completa y detallada, donde no sólo se contemplan todas las etapas de un proceso sistemático para el desarrollo de software, sino que, además, se hace especial énfasis en la solidez del análisis previo y el dominio de las teorías del aprendizaje y de la comunicación para el diseño del software. Por otra parte, la metodología toma en cuenta la evaluación permanente y con criterios bien definidos a lo largo de las etapas de todo el proceso de desarrollo para mejorar continuamente el resultado final. Adicionalmente, provee de un modelo para llevar a cabo evaluaciones de expertos, pruebas piloto y pruebas de campo.

Aunque, la metodología no es reciente, se aprovechó el enfoque educativo de sus fases, tomando en cuenta el desarrollo tecnológico acontecido en los últimos años. Este software fue diseñado y desarrollado como un Trabajo Especial de Grado realizado en la Escuela de Informática de la Universidad, bajo la tutela de la autora de este Practicum. El objetivo de la Metodología Dinámica propuesta por Galvis, es concebir al computador y sus recursos tecnológicos como medios instruccionales dinámicos, donde una de las etapas más importantes es la primera, el diseño educativo. En esta etapa se revisan las competencias previas que debe tener el alumno y las competencias que éste debe desarrollar con el uso del software, enfocándose en el diseño instruccional de la materia y en la validación de contenidos realizada por expertos. La evaluación es un eje transversal de la metodología, presente en cada una de sus fases. Las etapas de la metodología utilizada pueden verse en la Figura 4.



*Figura 4.* Metodología Dinámica. GALVIS (2004).

Ahora bien, todo software educativo centra su objetivo en mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Toda técnica de enseñanza debe basarse en las teorías del aprendizaje. Por tal motivo, es de vital importancia considerar en su diseño, las teorías más adecuadas a la situación educativa.

En orden cronológico, primero surgió la teoría conductista. La influencia de esta teoría en el diseño de un software educativo se basa en la enseñanza programada desarrollada por Skinner en los años 50. Bajo esta modalidad de enseñanza, la evaluación era binaria, ya que sólo se permitían respuestas correctas o incorrectas. La idea principal es diseñar una serie de actividades o tareas que el alumno pudiese resolver paso a paso, estructuradas de tal manera que se comience con la que tiene menos nivel de complejidad y poco a poco se avance hacia niveles más difíciles. Según Vaquero (2010), entre las características más resaltantes de la enseñanza programada se encuentra la enseñanza eficaz con la mínima participación del docente y con una participación activa y autónoma del alumno. Además, el material de estudio se organiza en pequeñas secuencias ordenadas en forma jerárquica, de tal manera que el estudiante pueda seguir un orden lógico, evaluando cada paso y corrigiendo en forma inmediata sus errores, otorgándole más protagonismo y autonomía en su proceso de aprendizaje. Al docente, se le exige la realización de pruebas del programa con los estudiantes, para garantizar el logro de los objetivos de la enseñanza.

Ortega y Sierra (2008) destacan una clasificación del software educativo dependiendo del grado de control del software sobre la actividad del alumno y de la estructura del algoritmo del programa. Entre los tipos de software educativo, los más usados son los programas tutoriales. Estos programas tutoriales están basados en los principios conductistas de la enseñanza, ya que guían el aprendizaje de los estudiantes mediante la presentación de contenidos a los cuales les sigue una serie de evaluaciones. El software compara las respuestas con unos patrones previamente

establecidos, brindando el resultado en forma inmediata y reforzando con ejercicios de práctica y contenidos de ayuda, aquellos ejercicios a los que el alumno respondió incorrectamente.

El software educativo del caso de investigación tiene una orientación conductista donde se presentan los contenidos necesarios para fortalecer la teoría vista en clase. Por otra parte, el software permite al docente incluir ejercicios de diferente nivel de dificultad para que el alumno los resuelva. Estos ejercicios pueden ser ejercicios de práctica o ejercicios evaluados. El alumno resuelve los ejercicios y finalmente, el programa informa al usuario si su respuesta fue correcta o no. Así mismo, se motiva al alumno mediante refuerzos positivos para mantener su atención en aspectos relevantes que es necesario fortalecer. Por otra parte, contiene un módulo de teoría de tipo tutorial que el alumno puede consultar. En conclusión, se presentan las tareas en forma estructurada, jerarquizando los contenidos y brindando al usuario retroalimentación inmediata con refuerzos.

Con respecto a la teoría cognitivista, el aprendizaje es concebido como un proceso de adquisición de información, reestructuración y modificación de las estructuras cognitivas del individuo. El cognitivismo ha aportado significativos logros en el área de la educación, ya que se centra en el estudio de procesos mentales superiores, que incluyen el pensamiento, el lenguaje, la memoria, la solución de problemas, el conocimiento, el razonamiento, el juicio y la toma de decisiones.

A finales del año 1950, tomó auge el procesamiento de la información como tarea crucial del aprendizaje. Se establece entonces, una analogía entre los sistemas informáticos y los procesos cognitivos. En la teoría instruccional de Gagné (1966)

convergen elementos cognitivos y conductuales integrados en la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (1975) y la teoría del aprendizaje social de Bandura (1977).

Gagné (1966) sugiere que las actividades de aprendizaje deben estar organizadas jerárquicamente de acuerdo a la complejidad que éstas representan. Uno de los aspectos importantes de la teoría de Gagné es la delimitación de nueve eventos instruccionales relacionados con sus respectivos procesos cognitivos, los cuales sirven de base para el diseño de la instrucción y la selección apropiada de los medios. En la Tabla 6, se ven cada uno de los nueve eventos de instrucción relacionados con el proceso cognitivo y las posibles actividades que pueden diseñarse. Para el desarrollo del software educativo aplicado en el presente estudio, se tomaron en cuenta cada uno de los aspectos que se detallan en la Tabla 6.

Otra contribución importante la otorga el concepto de Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky (1979), que se define como la distancia entre el nivel real de desarrollo que tiene una persona determinado por la solución independiente de problemas y el nivel de desarrollo posible guiado por un individuo más diestro. Aplica el concepto de andamiaje educativo, que se refiere al control de las actividades que el estudiante aún no puede realizar, concentrándose primero en las tareas más simples que puede realizar con rapidez, para luego realizar las siguientes. En este sentido el estudiante que interactúa con un software educativo cuenta con un apoyo o andamiaje que le permite realizar tareas que sin este recurso no sería capaz de hacer, para luego, con la práctica, estar en la capacidad de realizarlas de manera independiente y autorregulada (Velásquez y Sosa, 2009).

Tabla 6  
*Eventos de instrucción y sus relaciones con los procesos cognitivos.*

Evento de Instrucción	Proceso Cognitivo	Aspectos a considerar
Obtener atención	Recepción	Demostraciones, presentación de un problema, presentar razones de importancia del tema, hacer algo en forma incorrecta, etc.
Informar los objetivos	Expectativa	Señalar lo que se espera que el estudiante realice, describir lo que el estudiante va a aprender, señalar las metas del proceso, etc.
Estimular recuerdos	Recuperación	Hacer preguntas, recordar algún conocimiento previo y relacionarlo con el conocimiento recién adquirido.
Presentar el material	Percepción Selectiva	Dividir el material en partes, ir de lo más simple a lo más complejo
Guiar el aprendizaje	Codificación Semántica	Sugerir estrategias de aprendizaje, orientar al estudiante en la resolución de problemas, facilitar esquemas, fórmulas, guías, entre otros.
Producir la ejecución	Organización de la respuesta	Observar si el estudiante aplica los nuevos conocimientos, proporcionar ejercicios y actividades.
Dar retroalimentación	Reforzamiento	Proporcionar una retroalimentación clara y específica y señalar los criterios de evaluación
Evaluar desempeño	Activar la recuperación y hacer posible el reforzamiento	Aplicar instrumentos de evaluación apropiados y evaluar la calidad de lo logrado
Aumentar retención y transferencia	Recuperación	Realizar repasos, proponer ejercicios similares a las evaluaciones y realizar actividades donde el estudiante pueda practicarlo aprendido y relacionarlo con otras áreas

Nota: Adaptación de Gagné (1966)

El software educativo que se usa en este estudio, contiene abundante contenido de fácil exploración. Adicionalmente, posee una interfaz atractiva y amigable y se usan recursos visuales que captan la atención del alumno. En cada actividad, se especifican claramente los objetivos y se hacen preguntas de tal manera de activar contenidos previos y propiciar la relación con nueva información para lograr un aprendizaje significativo. Por otra parte, el software orienta al estudiante, facilitando las reglas y teoremas que necesita aplicar, dando sugerencias de acción. El docente puede introducir ejercicios para evaluar el desempeño del estudiante, sin embargo, el software provee de un módulo de ejercitación y práctica donde el

estudiante puede seleccionar ejercicios propuestos por el profesor o desarrollar un ejercicio que él mismo introduzca al sistema, repitiéndolo cada vez que él lo considere necesario.

Por último, para la teoría constructivista del aprendizaje, el estudiante debe construir sus conocimientos y no simplemente reproducirlos. Para ello el alumno debe participar activamente en su proceso de aprendizaje, contando con su capacidad cognitiva y utilizando sus experiencias y conocimientos previos para darle significación al nuevo contenido. El alumno bajo este enfoque es el generador de su propio aprendizaje.

Una de las características más importantes en ambientes de aprendizaje con orientación constructivista para productos informáticos es el diseño del programa con habilidad para apoyar al estudiante en la construcción de significados sin olvidar que el alumno debe tomar decisiones para orientar su propio aprendizaje (Stojanovi, 2003). Según Stojanovi, “las tecnologías de información en ambientes de aprendizaje con orientación constructivista... pueden si se conciben y aplican acertadamente, desarrollar un aprendizaje autónomo orientado hacia la autoplanificación, autoorganización y autoevaluación del aprendizaje” (p.94).

Es necesario destacar, que el software educativo desarrollado para este estudio, tiene una variedad en la presentación de la información para que el estudiante pueda elegir qué contenidos revisar y reforzar. Adicionalmente, el software le permite al estudiante solucionar problemas de diferentes maneras proporcionando ayudas interactivas para guiarlo en el proceso, y le permite al alumno volver atrás para repetir el problema nuevamente. El contenido que mantiene el software está estructurado

tomando en cuenta los conocimientos previos que el estudiante debe poseer en un tema para la construcción de su propio conocimiento. Por último, las actividades de evaluación están diseñadas para que sean significativas para el alumno, permitiendo que éste introduzca nuevos ejercicios para extender los ya propuestos, si él así lo requiere.

El software educativo aplicado en este estudio está orientado a reforzar los contenidos más difíciles de la materia y está diseñado para despertar el interés del alumno por los contenidos y por ende, se espera amplíe su motivación y mejore su rendimiento. Algunas de las ventajas que proporciona el uso de las TIC, es que promueve el protagonismo del alumno con lo que aumenta su motivación y adicionalmente, fomenta el trabajo cooperativo (Díaz, 2004). Con el uso del software, el alumno toma decisiones en cuanto a qué reforzar, cómo y cuánto hacerlo, es decir, el estudiante participa en forma activa y puede trabajar a su propio ritmo, por lo que se vuelve más autónomo. Además, el software le provee retroalimentación inmediata sobre sus errores y cómo corregirlos, reforzando así el aprendizaje. Este software educativo aún no está operativo oficialmente en la institución, pero se implantó como prueba piloto para efectos de este estudio.

En conclusión, según la revisión de la literatura, se espera que con el uso de este software, el estudiante mejore su rendimiento académico y logre un aprendizaje más autónomo y autorregulado.

#### *Rendimiento académico y software educativo*

En la literatura, se encuentran diversos estudios sobre el efecto del software educativo en el rendimiento académico de los alumnos. Entre estas investigaciones se

encuentra la de Morales y Vera (2007), los cuales evaluaron la eficiencia de un software educativo en el aprendizaje del cálculo integral a través de un cuasi experimento en una universidad venezolana. Para ello, se conformaron dos grupos de alumnos, un grupo control al que se le aplicó el método tradicional de enseñanza y un grupo experimental al que se le aplicó una enseñanza tecnológica mediante el uso del software. El grupo experimental se dividió en subgrupos de 15 alumnos por problemas de capacidad en los laboratorios y para hacer más dinámica la didáctica del docente. Al finalizar la investigación, se midieron y compararon los porcentajes de aprobados y reprobados en ambos grupos, comprobando que el grupo experimental tuvo un desempeño académico superior al obtenido por el grupo control. En esta investigación se realizó una prueba final y se tomó como rendimiento académico solamente el índice de aprobados y reprobados con respecto al número de alumnos inscritos. No se tomó en cuenta el promedio de notas obtenido por ambos grupos ni se compararon los resultados con una prueba previa.

En la misma línea de investigación, Díaz y Vergel (2005) llevaron a cabo un estudio para comprobar el efecto de la utilización del software educativo Cabri Geometry II en el rendimiento académico de los alumnos de la materia Geometría I de la Licenciatura en Matemáticas e Informática de una reconocida universidad colombiana. Al igual que Morales y Vera (2007) utilizaron un diseño cuasi experimental conformando dos grupos, un grupo experimental al que se le aplicó el software, y, uno de control, al que se le dictó clases tradicionales. No se aplicó el método pretest y posttest, sino que se evaluaron los resultados obtenidos con las pruebas realizadas en los períodos académicos. El estudio se llevó a cabo por un

período de tres semestres consecutivos y mostró evidencias en cuanto a la mejora del rendimiento académico obtenida por el grupo experimental. Uno de los aspectos reveladores de la investigación, fue que los autores observaron que se incrementa el trabajo en equipo durante la aplicación del software educativo.

Miratía (2005) realizó una investigación en la cátedra de Computación de la Escuela de Economía de una universidad, para averiguar el efecto sobre el rendimiento académico de un curso de computación a distancia usando metodología instruccional basada en Web y mediante el uso de las TIC. Utilizó un diseño cuasi experimental usando pruebas pretest y posttest en dos grupos de alumnos equivalentes. A uno de los grupos se les aplicó metodología tradicional de enseñanza y al otro grupo, se les aplicó un curso a distancia usando metodología basada en Web y mediante el uso de la TIC. Se obtuvo una mejora estadísticamente significativa en el desempeño y rendimiento académico de los alumnos.

La investigación realizada por Maita (2005) en una universidad venezolana comprobó una incidencia favorable entre el uso de un software educativo para el aprendizaje de Funciones Reales y el rendimiento académico obtenido por los estudiantes a los que se les aplicó el software. Para determinar el rendimiento académico se utilizaron los promedios de las calificaciones obtenidas en dos pruebas, una prueba pretest realizada al inicio de la investigación, y, una prueba posttest realizada al finalizar el tratamiento con el software. Se conformaron dos grupos, un grupo control al que le aplicó estrategias didácticas tradicionales y un grupo experimental al que se le aplicó el software. Para la investigación se aplicó el paradigma cuantitativo con un diseño cuasi experimental ya que los grupos no fueron

constituidos en forma aleatoria. Los resultados obtenidos en la investigación evidenciaron un incremento significativo en las calificaciones obtenidas por el grupo experimental.

Todas las investigaciones expuestas en este apartado tienen en común el uso de un diseño cuasi experimental. Adicionalmente, todas excepto la realizada por Miratía (2005) evalúan del efecto de un software educativo orientado hacia la enseñanza de un área matemática en específico. No se encontraron investigaciones realizadas sobre el efecto en el rendimiento académico de un software educativo que pretenda enseñar el contenido de Lógica Computacional, en particular la Lógica Proposicional. Sin embargo, la lógica también es una rama de la matemática que estudia la formalización y argumentación de razonamientos usando reglas de inferencia válidas.

### *Enseñanza de la Lógica*

La lógica es una materia que según la carrera donde se dicte tiene distintos enfoques. En la universidad en la que se realizó este estudio la asignatura se denomina Lógica Computacional, sin embargo en otras universidades la lógica en Ingeniería Informática es común encontrarla en el pensum con el nombre de Lógica Matemática o Lógica Simbólica, pero su contenido es básicamente el mismo.

Por su carácter riguroso, la lógica que se estudia en Ingeniería Informática suele presentar características similares a las disciplinas instrumentales de índole matemática, incluyendo las dificultades y la falta de motivación que generalmente presentan los alumnos en su aprendizaje. El bajo rendimiento en los alumnos

caracteriza también la asignatura Lógica Computacional al igual que las materias de naturaleza matemática.

Existen diversos desarrollos usando las TIC para mejorar la enseñanza de la lógica, sin embargo, las soluciones implementadas generalmente son aplicaciones propietarias de la institución educativa que la desarrolla. Tal es el caso de una herramienta de apoyo de la Lógica en la Ingeniería Informática desarrollada en España por la Universitat Oberta de Catalunya, la cual es una universidad completamente en línea. La herramienta interactiva desarrollada es catalogada como un sistema tutor inteligente que proporciona a distancia el conocimiento teórico y práctico a los estudiantes y les permite visualizar en cada momento su progreso y sus fallas brindándoles la ayuda necesaria para efectuar los correctivos. En cuanto al rendimiento académico, se observó una mejora del 5% y el abandono de la materia disminuyó aproximadamente un 5% (Huertas, Mor y Guerrero-Roldán, 2010).

Otra herramienta para la enseñanza de la lógica fue desarrollada en la Universidad de Alicante en España. La herramienta es de distribución libre y se denomina ADN (Asistente de Deducción Natural), sin embargo está diseñada para cubrir los contenidos de la Lógica de Primer Orden o Lógica Cuantificacional, no los de Lógica Proposicional (Mira y Llorens, 2003). El contenido que cubre ADN corresponde al segundo examen parcial de la materia Lógica Computacional de la universidad en la que se realiza el presente estudio. Cabe destacar que no se encontró una investigación referente al efecto en el rendimiento académico con el uso de esta aplicación.

Se indagaron otros softwares educativos para la enseñanza de la lógica disponibles en internet. Uno de ellos fue el software denominado Bertrand, desarrollado en la Universidad de California en los Ángeles, Estados Unidos. El software está orientado a resolver problemas semánticos de la Lógica de Primer Orden. Está diseñado sólo para ser ejecutado en computadoras Apple Macintosh, lo cual representa una limitación de uso para los estudiantes (Herzberg, 1997). Por otra parte, está el software denominado Daemon Proof Chequer desarrollado por la Universidad de Texas en Estados Unidos que cubre parcialmente el contenido de Lógica Proposicional (Menzel, C. y Allen, C., 2001). Sin embargo, no se encontraron estudios que midieran el efecto sobre el rendimiento académico en la aplicación de ninguno de los dos softwares mencionados.

Las herramientas de distribución libre vía Web que se investigaron y se probaron, no cumplían con los requisitos a nivel de contenido, a nivel de idioma e inclusive a nivel de terminología. Tampoco usaban el método de deducción gráfico que se usa en clase que es el conocido como método de Fitch.

En este Practicum se estudió el efecto de un software educativo para el aprendizaje de Lógica Proposicional. Este tema contiene vocablos que no son de uso común, por lo que se considera necesario incluir una definición de términos que sirvan de referencia y ayuden al lector en la comprensión.

### *Términos usados en Lógica Proposicional*

#### *Proposición.*

Es una oración enunciativa que puede ser verdadera o falsa. Existen proposiciones simples o atómicas que contienen una sola idea y las proposiciones

compuestas o moleculares que están constituidas por proposiciones simples conectadas mediante conectores lógicos.

*Lógica Proposicional.*

La lógica Proposicional se conoce también como Lógica de orden cero o Cálculo Proposicional. Es la ciencia que estudia las proposiciones, en particular, los razonamientos.

*Razonamiento.*

Un razonamiento o argumento es un conjunto de proposiciones que corresponden a premisas o hipótesis que implican en forma lógica, una proposición denominada conclusión. Según Garrido (2005), un razonamiento es “un segmento lingüístico de cierta complejidad en el cual, de la posición de trozos o subsegmentos iniciales, se sigue necesariamente la posición de un trozo o subsegmento final” (p.123). Un razonamiento es válido cuando la conclusión se deriva necesariamente de las premisas, en otras palabras, de premisas verdaderas se obtiene una conclusión verdadera.

*Métodos Semánticos.*

Los métodos semánticos de la Lógica Proposicional se basan en la Teoría Interpretativa de la Lógica y estudian la validez semántica de las fórmulas y de los razonamientos según el valor de verdad de sus componentes constitutivos. Entre los métodos semánticos más usados, se encuentran las tablas de verdad, los árboles semánticos y las demostraciones por contradicción.

*Métodos Sintácticos.*

Los métodos sintácticos o axiomáticos de la Lógica Proposicional estudian la validez de la conclusión según su derivación a partir de las premisas. La conclusión se obtiene axiomáticamente, mediante el uso de reglas de inferencia correctas.

*Derivación lógica.*

Es el proceso mediante el cual, a partir de las premisas se llega a la conclusión en un razonamiento válido, con la aplicación de reglas de inferencia.

*Reglas de Inferencia.*

Las reglas de inferencia son normas que se usan para construir relaciones sintácticas entre las premisas y la conclusión de un razonamiento. Las reglas de deducción natural de Gentzen (1930; citado en Garrido, 2005) son reglas básicas que permiten la transformación de una fórmula mediante la introducción o la eliminación de un conector lógico. Las reglas de inferencia deducidas a partir de las reglas básicas se conocen como teoremas.

*Método de Fitch.*

El método de Fitch es un sistema de deducción natural ideado por el lógico estadounidense Frederic Fitch para probar razonamientos en lógica formal (Garrido, 2005). Es un método didáctico para realizar argumentaciones que consiste en delimitar gráficamente con una raya vertical todas las líneas de las fórmulas en una derivación, separando las premisas con una raya horizontal.

*Forma Normal Conjuntiva (FNC).*

Es una conjunción de disyunción de variables proposicionales afirmadas o negadas. Toda fórmula tiene su equivalente FNC.

*Forma Normal Disyuntiva (FND).*

Es una disyunción de conjunción de variables proposicionales afirmadas o negadas. Toda fórmula tiene su equivalente FND.

### Capítulo 3. Anticipación de Resultados e Instrumentos de Recolección de datos

En este capítulo se especifica el objetivo general de la investigación, detallando los objetivos específicos que se pretenden alcanzar. Igualmente, se presentan los resultados esperados después de realizada la intervención y se describen los instrumentos que se utilizaron para recolectar y medir la información.

#### *Objetivo General*

Determinar el efecto que tiene el uso de un software educativo en el rendimiento académico de los alumnos que cursan la materia Lógica Computacional en la Escuela de Informática de la universidad donde se realiza el estudio, en particular en el contenido Lógica Proposicional.

#### *Objetivos Específicos*

1) Aplicar una prueba diagnóstica al grupo control y al grupo experimental para determinar conocimientos previos.

2) Diagnosticar la existencia del bajo rendimiento académico, aplicando instrumentos a docentes y alumnos antes de realizar el estudio para conocer el problema y diseñar una solución.

3) Determinar el rendimiento académico de los alumnos de Lógica Computacional de la universidad en estudio, evidenciada por la calificación final, el índice de aprobados, reprobados, retirados y los porcentajes de inasistencia registrados en los últimos tres años.

4) Usar el software educativo con un grupo experimental, diseñado para que los alumnos ejerciten los contenidos de Lógica Proposicional.

5) Determinar el rendimiento académico de los alumnos de Lógica Computacional pertenecientes al grupo experimental después del uso del software educativo, a través de una prueba escrita.

6) Determinar el rendimiento académico de los alumnos de Lógica Computacional pertenecientes al grupo control, a través de la misma prueba escrita aplicada al grupo experimental.

7) Determinar si existen diferencias significativas en los resultados obtenidos de la medición del rendimiento, en el grupo de alumnos que usó el software educativo (grupo experimental) con respecto al grupo que no lo usó (grupo control).

#### *Resultados Esperados*

Los resultados esperados para este Practicum se especifican a continuación.

#### *Hipótesis*

1) La aplicación del software educativo para el contenido Lógica Proposicional de la materia Lógica Computacional de la Escuela de Informática de la universidad en estudio, influye positivamente en el rendimiento académico del alumno.

2) Existe una diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento académico obtenido por el grupo experimental y el rendimiento obtenido por el grupo control en la prueba escrita realizada al final del estudio.

#### *Variable Independiente*

La variable independiente de esta investigación fue el uso del software educativo para el contenido Lógica Proposicional de la materia Lógica Computacional de la Escuela de Informática de la universidad en estudio.

El software se diseñó con la participación de un equipo multidisciplinario que incluía expertos en desarrollo de software, docentes, alumnos y psicólogos de la institución educativa.

#### *Variable Dependiente*

De la variable independiente, el uso del software educativo, se observó y estudió el efecto que tiene sobre la variable dependiente, el rendimiento académico de los alumnos.

El rendimiento académico en esta investigación está representado por los resultados cuantitativos o calificaciones obtenidas por los alumnos en las evaluaciones. Las calificaciones se miden en una escala numérica positiva cuyo máximo valor es 20. Adicionalmente, también se consideró el índice de abandono, medido por la deserción o inasistencia a la prueba escrita y los retirados al final del período.

#### *Variable Interviniente*

Adicionalmente, se controló la variable interviniente, repitencia del alumno, para observar y comparar su efecto en la variable dependiente. Esta variable fue seleccionada y calculada para cada alumno, con el fin de verificar si modificaba o no las relaciones entre la variable dependiente y la independiente. Se seleccionó esta variable ya que la cantidad de repitientes en la asignatura es considerable.

En los datos extraídos del Acta de Calificaciones del SAN, la variable repitencia no está considerada. Fue necesario indagar uno a uno el récord académico de cada alumno para conocer si el alumno es repitiente o no, para ello se añadió al archivo extraído desde el SAN, una columna adicional donde se colocó un uno, si el

alumno está cursando la materia por primera vez (alumno nuevo), y si es repitiente, se añadió el valor dos, tres y cuatro, si el alumno está viendo la materia por segunda, tercera o cuarta vez, respectivamente.

Para resumir, se espera mejorar el rendimiento de los alumnos de Lógica Computacional de la Escuela de Informática de la universidad mediante el uso del software educativo desarrollado para el contenido Lógica Proposicional. Específicamente, se espera que el uso del software aumente la cantidad de aprobados y disminuya la cantidad de reprobados y la cantidad de alumnos que abandonan la materia, ya sea porque se retiran o porque no asisten a las evaluaciones. La medición realizada para el grupo experimental debe ser más alta con respecto al grupo control en un nivel estadísticamente significativo.

#### *Medición de los Resultados*

##### *Fase de Exploración*

Para llevar a cabo el estudio propuesto, se aplicaron los siguientes instrumentos en la fase inicial del proyecto para explorar las causas y posibles soluciones del problema:

1) Encuesta Oficial de la Universidad.

Esta encuesta se pasa todos los semestres en la universidad objeto de este estudio. Tiene como objetivo evaluar el desempeño docente en la materia. Consta de dos partes. En la primera parte el alumno debe contestar diez ítems rellenando un círculo con una escala del 1 al 10. Esta escala va desde 1 a 10 o desde 10 a 1 con los valores “Siempre/Casi Siempre” a “Casi Nunca/Nunca” y el valor inicial varía dependiendo del ítem para evitar que el alumno conteste en forma inconsciente sin

fijarse en el valor de la escala. Es de destacar que los ítems nueve (9) y diez (10) tienen que ver con la expectativa de desempeño del alumno en la materia y sobre la dificultad de la asignatura, respectivamente. La segunda parte de la encuesta, el alumno puede contestar algunas preguntas planteadas sobre el docente y sobre la asignatura. El formato de esta encuesta aparece en el Anexo B. Esta encuesta se realiza al final del semestre, a menos que el docente está dictando la materia por primera vez; en este caso, se aplica dos veces, una, a mitad del semestre después de la primera evaluación estudiantil, y, otra, al final.

## 2) Encuesta Lógica Computacional.

Esta encuesta evalúa algunos aspectos de la materia. Consta de cuatro partes:

Parte I: contempla algunos datos del Estudiante tales como edad, género e índice de repitencia. Adicionalmente se formularon algunas preguntas sobre la importancia de la materia, la motivación del alumno y su expectativa de logro en ella.

Parte II: En esta parte el alumno señala el grado de dificultad de los contenidos de la asignatura.

Parte III: El alumno puede destacar por tema de la materia, los motivos que repercuten en el bajo rendimiento de su aprendizaje.

Parte IV: Se indaga sobre algunos aspectos de motivación del alumno y sobre el uso de computadoras, TIC y el software educativo.

Esta encuesta fue validada en semestres anteriores con una prueba piloto y fue revisada por un psicólogo que labora en la universidad. Su formato puede verse en el Anexo D.

## 3) Entrevista Rendimiento.

Es una encuesta realizada a los docentes para indagar su opinión sobre el rendimiento académico de los alumnos y su motivación. Adicionalmente, el docente puede expresar su opinión sobre el uso de las TIC y el software educativo. Esta entrevista puede hacerse tanto oral como escrita. En el caso de estudio se llevó a cabo en la fase inicial y casi todos los docentes prefirieron hacerla en forma escrita, la mayoría fue enviada a la autora vía correo electrónico. Para más detalle, pueden verse las preguntas de esta entrevista en el Anexo C.

### *Fase de Aplicación del Software*

Como se mencionó en el Capítulo 2, el software educativo aplicado en este estudio, fue guiado por la autora y desarrollado como tesis para la Escuela de Informática en un esfuerzo conjunto entre alumnos, docentes, psicólogos y expertos en ingeniería de software. Este software le permite al estudiante realizar ejercicios prácticos tanto en el área semántica como en el área sintáctica de la Lógica Proposicional, proporcionándole respuestas y orientaciones necesarias para el ajuste de su aprendizaje.

Adicionalmente, el software provee al estudiante de un conjunto de ejercicios tipo examen, ejercicios que son planteados e introducidos por el docente. Los resultados obtenidos de estos ejercicios por cada alumno, son registrados en la base de datos del sistema y el software calcula estadísticas simples, tales como el número de intentos fallidos y número de respuestas acertadas. Estas estadísticas fueron tomadas en cuenta en este estudio como medición, no sólo de resultados, sino para averiguar los conocimientos o prácticas que es necesario reforzar en las actividades de enseñanza.

### *Fase de Aplicación de la prueba escrita*

Según Wiersma y Jurs (2008, citado en Hernández, Fernández y Baptista, 2010), la prueba final o postprueba debe aplicarse de inmediato al concluir el experimento, en particular si la variable dependiente corre el riesgo de cambiar con el tiempo. Wiersma y Jurs también afirman que esta prueba final debe aplicarse de manera simultánea a los dos grupos.

En el mismo orden de ideas, al concluir el período de administración del software educativo, se procedió a ejecutar una prueba escrita tanto para el grupo control como para el grupo experimental. Es importante destacar que los exámenes en la materia Lógica Computacional son departamentales, es decir que se aplica el mismo examen para todas las secciones de la materia, para asegurar que los alumnos se evalúen de igual forma y con el mismo nivel de dificultad. Se evalúa el mismo contenido, el mismo día y a la misma hora para todos los alumnos. Todos los docentes participan en la construcción de la prueba y validan todas las preguntas formuladas. Además, se fijan los criterios de corrección del examen en común acuerdo con todos los docentes que dictan la materia, para asegurar una evaluación más objetiva y justa. El contenido que se evaluó es Lógica Proposicional.

La prueba escrita es el primer examen parcial de la materia y consiste en un instrumento que el alumno llena individualmente con papel y lápiz. Tiene un valor mínimo de cero puntos y un valor máximo de 20 puntos. La nota mínima aprobatoria es de 10 puntos. Esta prueba contiene tanto preguntas de selección múltiple como de desarrollo. Es de destacar que la estructura del examen y el contenido a evaluar no

varió con respecto a semestres anteriores. Los exámenes conservaron el mismo nivel de complejidad.

Concluida la prueba, el docente evaluó y obtuvo una nota definitiva para cada alumno. La autora de este estudio comparó los resultados obtenidos entre el grupo control y el grupo experimental. Los datos fueron registrados y procesados usando el paquete estadístico SPSS versión 17.0 para obtener la prueba t de Student para muestras independientes.

De la misma manera, se determinó el índice de abandono contabilizando la cantidad de alumnos que no presentaron la prueba escrita y el número de retirados al final del semestre. Se aplicó el mismo tratamiento de estos datos usando la prueba t de Student provista por el paquete estadístico SPSS.

## Capítulo 4. Estrategia de Solución

En el siguiente capítulo se precisa la estrategia diseñada para obtener la solución al problema planteado en el presente estudio. El capítulo se separa en tres secciones. En la primera sección, se señalan distintas investigaciones y programas de intervención realizados por profesionales en situaciones similares, comparando escenarios para extraer los aspectos que puedan ser apropiados para el diseño de la solución del problema en estudio. En la segunda sección, se describe y se justifica el diseño de solución planteado por la autora. En la última sección, se especifican en forma amplia y clara las acciones tomadas para llevar a cabo la implementación de la estrategia de solución diseñada.

### *Discusión y Evaluación de Soluciones*

El problema a resolver en este Practicum es medir el efecto del uso de un software educativo en el rendimiento académico de los alumnos de la materia Lógica Computacional impartida en la Escuela de Ingeniería Informática de la universidad.

Tal como se evidenció en la revisión de la literatura detallada en el Capítulo 2, hay diversas investigaciones realizadas en cuanto al rendimiento académico, el cual representa uno de los aspectos más importantes en el ámbito educativo. Según la literatura revisada, existen muchas y diversas líneas de estudio, sin embargo, el problema del bajo rendimiento académico depende de la realidad o el contexto donde ocurre y por lo tanto el trabajo de investigación que se realice está enmarcado en esa realidad particular y única. Cabe señalar, que la finalidad principal de este estudio es explorar sólo algunos factores y su influencia en el rendimiento académico.

La variable dependiente o variable a observar en este Practicum es el rendimiento académico. Definir el rendimiento no es tarea fácil por ser un término que involucra diversas dimensiones (Abalde y cols., 2009). Es difícil encontrar alguna investigación que no asuma las múltiples dimensiones del rendimiento. Sin embargo, es importante delimitar el criterio que se utilizó para evaluar dicho rendimiento en este estudio.

La medición del rendimiento puede hacerse siguiendo diversos criterios, cuantitativos y/o cualitativos. La medición cuantitativa del rendimiento académico constituye una medición del proceso de aprendizaje del alumno y se observa en los resultados de las calificaciones, la tasa de promoción, el índice de abandono y la repitencia o grado de éxito académico (Tejedor y García-Valcárcel, 2007; Vélez y Roa, 2005). Según Colmenares y Delgado (2008), el rendimiento académico es producto de diversas mediciones, siendo la medición cuantitativa, objetiva y confiable. Colmenares y Delgado, al igual que Tejedor y García-Valcárcel, Vélez y Roa, además asocian el índice de repitencia como una medición válida.

En la misma línea de pensamiento, existen diversos condicionantes o factores que influyen en el rendimiento académico (Garbanzo, 2007; Montero y cols., 2007). Entre los factores más destacados en las investigaciones se encuentran los establecidos por Tournon (1984; citado en Montero y cols., 2007), que son los factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos. Bajo esta perspectiva, el rendimiento académico no es responsabilidad exclusiva del alumno, intervienen también el entorno social y familiar, la práctica docente, la motivación y las expectativas que el alumno tenga con respecto a la materia, la inteligencia y

muchos más (Garbanzo, 2007; Castejón y cols., 2007). En este sentido, es muy importante trabajar con todos los involucrados en el contexto.

En el caso de estudio, se investiga un factor pedagógico que corresponde al uso del software educativo como herramienta para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, midiendo esta mejora con el rendimiento académico. Siguiendo los lineamientos de las investigaciones consultadas sobre el rendimiento académico y considerando la información disponible en la universidad donde se realiza el estudio, se midió el rendimiento académico con base en las calificaciones obtenidas por el alumno. Debido a que el software educativo que se aplicó incluye solamente el contenido de Lógica Proposicional, se consideraron las notas logradas en el examen donde se evalúa este contenido. Adicionalmente, se registró y contabilizó el índice de abandono de la materia, medido por la cantidad de alumnos que no asistieron a la evaluación y la cantidad de retirados oficialmente en la materia.

En virtud de lo expuesto en el Capítulo 2, se evidencia una variada gama de líneas de investigación que indagan las relaciones existentes entre el uso de las TIC y el desempeño académico obtenido por los estudiantes. Una de las investigaciones que se destacan es la realizada por Martínez y Heredia (2010), los cuales realizaron un estudio sobre el efecto del uso de las tecnologías de información en alumnos de informática, comprobando un efecto positivo en el rendimiento académico de éstos, aún cuando sólo se comprobó que el impacto era mayor en los alumnos de mejor perfil académico, es decir, aquellos alumnos que tenían un registro de calificaciones superior en los períodos escolares previos.

Las investigaciones particulares sobre software educativo no son tan abundantes como las que se refieren a las TIC en forma generalizada, sin embargo el software educativo es una clasificación de las TIC, en particular TIC digitales (Paquiénéguy, 2005; citado en Jailler, 2009). Se encuentran diversas investigaciones sobre el efecto del uso del software educativo en la mejora del aprendizaje de los alumnos.

Una de las investigaciones destacadas es la realizada por Morales y Vera (2007). Estos profesionales realizaron un estudio en una universidad venezolana en la carrera de Administración, sobre el efecto de un software educativo en la enseñanza del cálculo integral. La investigación se desarrolló bajo el paradigma cuantitativo cuasi experimental. Se establecieron dos grupos homogéneos, un grupo control, al que se le aplicó la enseñanza tradicional, y, un grupo experimental al que se le aplicó el software educativo como método de enseñanza. Cada grupo se conformó con 88 alumnos y se desarrolló el mismo contenido, los métodos de integración para el cálculo de integrales. El grupo experimental se trabajó en sesiones de trabajo, separadas en grupos de 15 alumnos para la aplicación del software, con la finalidad de facilitar el trabajo al docente y hacer la aplicación del ejercicio en forma más dinámica. Al final se realizó una prueba y el grupo experimental obtuvo un desempeño mejor al obtenido por el grupo control (55,63% vs 26,18).

En Colombia, Díaz y Vergel (2005) realizaron una investigación similar para comprobar el efecto de un software educativo existente en el mercado, conocido como Cabri Geometry II. La idea era mejorar la enseñanza de la geometría en la materia Geometría I de la licenciatura de Matemáticas e Informática. El tipo de

investigación utilizado fue el descriptivo, con un diseño de experimentación cuasi experimental. Igualmente, se separaron los alumnos en dos grupos, un grupo que usó el software (grupo experimental) y otro grupo que se instruyó con los métodos de enseñanza tradicional (grupo control). Los grupos no se conformaron aleatoriamente, ya que se usaron las secciones A y B ya constituidas previamente por la institución y se diferenciaron los alumnos nuevos en la materia de los ya repitientes. El estudio demostró mejores resultados en el rendimiento académico para el grupo experimental y además, los autores observaron que la experiencia mejoró el trabajo colaborativo en los alumnos.

En la misma línea de investigación, Miratía (2005) implementó una metodología basada en la Web y en el uso de las TIC con el objetivo de incrementar el rendimiento académico de los alumnos en la asignatura Computación de la Escuela de Economía de una universidad pública venezolana. El resultado de dicha investigación mostró evidencias que el rendimiento mejoró significativamente.

Maita (2005) administró un software educativo de modalidad tutorial a un grupo de estudiantes de Educación mención Matemática de una universidad pública en Venezuela. La idea fue medir el efecto del uso del software en el rendimiento académico de los estudiantes. Para ello, utilizó un diseño de investigación cuasi experimental seleccionando dos grupos, un grupo experimental al que se le dictó clases utilizando un software educativo, y, un grupo control al que se le dictó clases tradicionales. El incremento observado en el grupo experimental al final de la investigación de Maita fue significativo.

Los escenarios de trabajo en que se aplican estas investigaciones no son los mismos que el escenario de este estudio, ya que se aplican en otra institución, en un contexto diferente, en otra carrera universitaria y en asignaturas distintas. Sin embargo, sirvieron de referencia para la selección del tipo de investigación y la agrupación de los alumnos. Adicionalmente, se tomó la idea de Morales y Vera (2007), de separar la aplicación del software en varias sesiones con grupos pequeños para hacer más dinámica la interacción docente-alumno y alumno-software.

Siguiendo los lineamientos de la investigación de Díaz y Vergel (2005), Morales y Vera (2007), Miratía (2005) y Maita (2005), el caso de estudio se realizó con un diseño cuasi experimental, separando los alumnos en dos grupos, el grupo control y el grupo experimental. Los grupos no pudieron formarse aleatoriamente, ya que el uso del software educativo dependió del horario asignado al laboratorio donde se disponía del software educativo para su uso. El grupo experimental lo conformaron alumnos que estaban disponibles a dicho horario.

Por otra parte, al igual que los estudios realizados por Díaz y Vergel (2005), Morales y Vera (2007), no se aplicó un pretest, sino que se aplicó al final de la intervención una prueba escrita o postest a cada uno de los grupos para evaluar el conocimiento adquirido y contrastar el resultado obtenido por el grupo experimental con respecto al obtenido por el grupo control.

Con respecto al desarrollo y aplicación de softwares educativos para el aprendizaje de la lógica, solamente se encontró una investigación publicada sobre el efecto de un software educativo en el rendimiento académico de estudiantes universitarios. Se trata de una herramienta interactiva de apoyo para estudiantes de la

materia Lógica de la carrera de Ingeniería Informática de la Universitat Oberta de Catalunya en España. Dicha investigación evidenció una mejora del 5% en el rendimiento de los alumnos. Es importante destacar que esta herramienta no es de acceso libre en internet (Huertas, Mor y Guerrero-Roldán, 2010).

Por otra parte, en la presente investigación, se trabajó con alumnos y docentes de una manera participativa. Tanto docentes como alumnos se involucraron tanto en el diseño como en las pruebas del software educativo. Esto es fundamental para el problema de estudio, ya que es necesario lograr la colaboración de los alumnos como factor de motivación, ya que actualmente presentan un alto grado de frustración por el índice de repitencia. Del mismo modo, es importante involucrar a los docentes de la materia, ya que en diversas oportunidades han expresado que se sienten desmotivados por la actitud de los alumnos y por los resultados obtenidos en las evaluaciones.

Mejorar la práctica educativa es una tarea compleja. No existe una solución única ya que las estrategias de enseñanza y aprendizaje que se diseñan para una situación instruccional específica y bajo un contexto determinado, dependen, por lo general, de la actuación del docente y de la manera como éste interpreta las características de los alumnos y la situación educativa que le toque enfrentar.

#### *Descripción de las Soluciones Seleccionadas.*

Para alcanzar la solución del problema planteado en este estudio, se procedió a realizar la aplicación de un software educativo bajo el siguiente diseño investigativo.

Siguiendo los lineamientos de McAnally-Salas, Navarro y Rodríguez (2006) y Baelo (2008), lo primero que se hizo en el presente estudio fue evaluar el contenido

programático de la materia Lógica Computacional, ya que según los citados autores es importante planificar apropiadamente el uso de las TIC con las actividades curriculares. Para ello se realizó el diseño instruccional de la materia, utilizando el modelo Dick, Carey y Carey (2001). Esto fue necesario para delimitar claramente las competencias de la asignatura y los contenidos que se imparten, ya que la información pública disponible en el pensum de la Escuela de Informática sólo contiene los temas que cubre el curso. Esta información se tomó del plan de estudio de la carrera vigente desde el año 2008 que se muestra en el Anexo A. El gráfico general del diseño instruccional de la materia Lógica Computacional realizado por la autora, se muestra en el Anexo E. Luego, se revisaron los resultados de las encuestas oficiales de la universidad (Anexo B) realizadas en el semestre anterior Marzo 2012, para constatar que la mayoría de los estudiantes consideran a la materia de alta dificultad y consideran que obtuvieron una nota inferior a la que esperaban. Estos resultados pueden verse en el Capítulo 2, Tabla 3.

Posteriormente, se realizaron y aplicaron diversos instrumentos para levantar los requerimientos del usuario (docentes y alumnos). Estos instrumentos pueden verse en los Anexos C y D y los resultados fueron evaluados y mostrados en el Capítulo 2. Una de las conclusiones obtenidas en el estudio, fue que el contenido de la materia que consideran los alumnos de mayor dificultad y donde obtienen las notas más bajas, es el tema Lógica Proposicional, por lo que el software se orientó hacia la enseñanza y práctica de este contenido. Es de destacar, que, la Lógica Proposicional representa la base conceptual para los siguientes contenidos, por lo que si se logra mejorar el aprendizaje en el área, los alumnos manejarán los conocimientos previos

necesarios para los tópicos posteriores. Adicionalmente, es probable que el uso del software y la expectativa de éxito entusiasmen y motiven tanto al estudiante como al docente. (Paredes y Dias, 2012).

Se indagaron diversas soluciones educativas ya desarrolladas, pero estos programas de distribución libre que se encuentran en internet, en su mayoría son de origen europeo (Mira y Llorens, 2003; Huertas, Mor y Guerrero-Roldán, 2010), o bien, fueron desarrollados en Estados Unidos (Herzberg, 1997; Menzel, C. y Allen, C., 2001). Sin embargo, ninguno se adapta al contenido y a la forma que se enseña la materia en Latinoamérica, en particular, en Venezuela, ya que la idiosincrasia es distinta y la terminología y notación matemática que se utiliza también varía.

Adicionalmente, está la limitación del idioma en el caso de los programas desarrollados en una lengua extranjera y que no disponen de la facilidad de múltiples idiomas.

Por otra parte, la mayoría de las herramientas disponibles, se avocan al desarrollo de la parte semántica de la lógica y dejan a un lado las derivaciones o argumentaciones que representan el contenido de mayor complejidad en la materia. El software libre que más se adapta es el Asistente de Deducción Natural (ADN) desarrollado en el departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Alicante, España (Mira y Llorens, 2003). Esta herramienta didáctica proporciona la guía y enseñanza de las derivaciones lógicas, sin embargo, lo hace sólo para la Lógica de Primer Orden o Lógica Cuantificacional, que corresponde al segundo contenido de Lógica Computacional de la universidad en estudio. Por esta razón, la autora planteó el desarrollo de un software educativo para

el tema Lógica Proposicional desarrollado como un Trabajo Especial de Grado de la Escuela de Informática que se adaptara cabalmente a los requisitos y exigencias de los contenidos y a las necesidades de alumnos y docentes de la cátedra Lógica Computacional.

El software educativo desarrollado para el presente estudio incluye todo el contenido que se evalúa en el primer examen de la materia, que coincide con el tema Lógica Proposicional. El software contempla los siguientes tópicos:

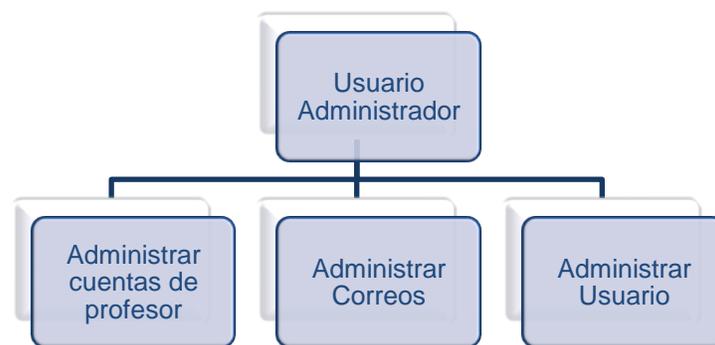
1) En la parte semántica se implementaron los siguientes métodos para determinar la validez de una fórmula lógica: tablas de verdad, árboles semánticos y las demostraciones por contradicción que son los tres métodos que se dictan en la materia. Adicionalmente, se implementó la obtención de la forma normal conjuntiva y disyuntiva de una fórmula.

2) En la parte sintáctica se implementaron las derivaciones o argumentaciones lógicas. Para ello se usó el método de resolución denominado Fitch, ya que éste es el que utilizan todos los docentes que dictan la materia Lógica Computacional, por ser considerado como uno de los métodos más didácticos en la enseñanza de la lógica.

En el Anexo F pueden verse las pantallas principales con la que se manejan los tópicos descritos anteriormente. Adicionalmente, es necesario mencionar que el software contempla otro tipo de funcionalidades consideradas de administración y seguridad, imprescindibles en el manejo de la información y el control de acceso al software.

El software contempla tres tipos de usuarios: administrador, profesor y alumno. El usuario administrador se encarga de crear, activar y desactivar los códigos

de usuario con los que los profesores tienen acceso al software. Adicionalmente, maneja las cuentas de correo electrónico por las que se envían las notificaciones automáticas del sistema. Las funcionalidades del administrador se muestran en la Figura 5.



*Figura 5.* Funcionalidades del usuario administrador del software educativo.

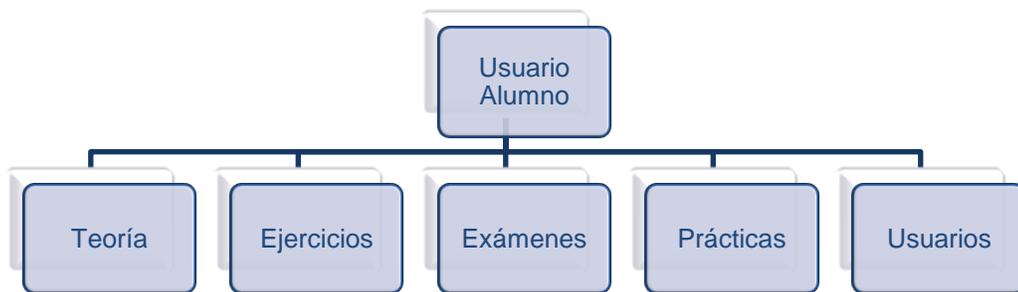
El usuario profesor debe habilitar la suscripción al sistema de sus alumnos. Tiene la potestad de crear y eliminar secciones, eliminar alumnos y visualizar en detalle todos los alumnos suscritos. El profesor puede agregar a la base de datos provista por el software, ejercicios y exámenes para que los alumnos suscritos a su sección puedan ejercitar. También puede ver las estadísticas de respuestas acertadas, por alumno, por sección y por período académico. Otro aspecto importante es que el docente puede elegir la representación de las reglas y teoremas que usará, ya que el software le permite introducir en forma paramétrica esta notación. El diagrama de las funcionalidades disponibles para el profesor puede verse en la Figura 6.

El usuario alumno puede registrarse al software en un período y sección, pero debe esperar que el profesor asignado autorice su ingreso. Este usuario tiene facultad para visualizar los tutoriales y reforzar su base de conocimientos, realizar los ejercicios y exámenes propuestos por el docente, revisar mediante ayudas interactivas

los errores cometidos en la ejecución de su práctica y corregir aplicando las sugerencias dadas por el software. Las opciones disponibles para el alumno se muestran en la Figura 7.



*Figura 6.* Funcionalidades del usuario profesor en el software educativo.



*Figura 7.* Funcionalidades del usuario alumno en el software educativo.

El software educativo provee al estudiante de herramientas prácticas para realizar en forma didáctica los ejercicios tanto en el área semántica como en el área sintáctica de la Lógica Proposicional, usando los mismos métodos de resolución que se aplican en las clases teóricas de la materia. Contiene además, un módulo de tutorial interactivo, el cual cuenta con una base de conocimiento teórico, que es necesaria para ayudar al alumno en su proceso de aprendizaje, y, adicionalmente, suministra los lineamientos adecuados para guiar al estudiante en la realización de los ejercicios. Por otro lado, el software registra las estadísticas de los logros de los estudiantes y

suministra retroalimentación adecuada que le permite, tanto al alumno como al docente, realizar los ajustes necesarios para reforzar aquellas áreas que lo necesiten. Estas estadísticas fueron tomadas en cuenta por la autora como medición no sólo de resultados, sino también para averiguar los conocimientos o prácticas que fue necesario reforzar. Sin embargo, estas estadísticas que calcula el software, no se tomaron en cuenta para evaluar el resultado de esta investigación.

El software educativo fue instalado por el Departamento de Tecnología de la universidad en un laboratorio donde se disponía de todas las herramientas necesarias para su instalación. Este laboratorio tenía sólo disponibilidad de horario un día a la semana, miércoles desde las tres de la tarde hasta las siete de la noche. El laboratorio asignado cuenta con 30 computadores. El grupo experimental al que se le facilitó el uso del software educativo fue conformado por estudiantes de la materia que estaban disponibles en el horario establecido para el laboratorio. Para constituir al grupo control, se seleccionaron aquellos estudiantes sin disponibilidad de horario para el uso del laboratorio donde está instalado el software.

#### *Tipo de Investigación*

Se realizó una investigación de tipo cuasi experimental, donde se manipuló el uso de una variable independiente, el software educativo, controlando la variable interviniente, índice de repitencia para observar, analizar y evaluar su efecto en el rendimiento académico (variable dependiente).

El diseño fue cuasi experimental, ya que por razones de disponibilidad del laboratorio asignado por la universidad, se les podía aplicar el software sólo a aquellos estudiantes que disponían del tiempo asignado para el uso del software

educativo en el laboratorio. Por lo anteriormente expuesto, no es posible afirmar que se logró una conformación aleatoria adecuada de la muestra, ya que los alumnos fueron seleccionados sólo de las secciones posibles y considerando la disponibilidad del estudiante en el horario establecido para el uso del laboratorio.

La investigación se aplicó a alumnos seleccionados de las tres secciones de la materia Lógica Computacional con la existencia de un grupo control y un grupo experimental. El grupo control no tuvo acceso al uso del software educativo mientras que el grupo experimental sí pudo usarlo. Se realizó una sesión semanal de dos horas en un laboratorio para que el grupo experimental utilizara el software antes de la evaluación del contenido de la materia. Ambos grupos recibieron las mismas clases teóricas del contenido de la materia en la semana.

#### *Población y muestra*

La población fue conformada por tres secciones de la materia Lógica Computacional de la Escuela de Ingeniería Informática de la universidad en el semestre Octubre 2012. La sección uno y dos contaba con 25 alumnos cada una y la sección tres, con 26 alumnos. Había un total de 76 estudiantes, de los cuales eran 64 varones y 12 hembras. Las edades de estos alumnos oscilaban entre 17 y 23 años de edad. Del total de 76 alumnos, 30 eran repitientes y 46 alumnos estaban viendo la materia por primera vez. Entre los 30 repitientes de la asignatura, había 17 alumnos que estaban cursando la materia por segunda vez, 10 alumnos que la estaban cursando por tercera vez y sólo tres alumnos que la cursaban por cuarta vez. La distribución de la población total para cada una de las secciones puede verse en la Tabla 7.

Tabla 7.  
*Distribución de la Población Total por sección e índice de repitencia. Marzo 2012*

Sección	Índice de Repitencia				Total alumnos
	Nuevos	2da. vez	3era. vez	4ta. vez	
01	16	7	2	0	25
02	14	5	4	2	25
03	16	5	4	1	26
Total	45	17	10	3	76

Los estudiantes repitientes pueden estar viendo la materia por segunda, tercera o cuarta vez. No se da el caso de un mayor número de veces, ya que por reglamento de la universidad, el estudiante que repruebe la materia por cuarta vez debe abandonar la carrera por un período mínimo de dos años. Esto genera en los alumnos que están viendo la materia por cuarta vez un grado notable de presión y angustia personal. Generalmente, si no consiguen aprobar las primeras evaluaciones, deciden retirar la materia para no correr el riesgo de ser expulsados de la carrera de Ingeniería Informática.

Se consideró importante indagar sobre la familiaridad que tienen los alumnos con las herramientas tecnológicas. Para ello, se realizó una encuesta (Anexo D). La encuesta se aplicó sobre sólo 69 estudiantes porque en los días que se aplicó dicha encuesta faltaron un total de siete alumnos.

Los resultados de la encuesta demostraron que todos los alumnos poseen y usan al menos una computadora en su casa. Adicionalmente, sólo tres alumnos manifestaron que no usarían un software educativo para su proceso de aprendizaje en la materia Lógica Computacional. Estos tres alumnos que manifestaron no necesitar un software para la materia, eran alumnos que estaban cursando la materia por

primera vez. Los demás alumnos expresaron que sí sería útil el uso del software en el aprendizaje de la materia.

Para poder usar el software educativo, fue necesario cubrir algunos requerimientos de recursos informáticos que éste necesitaba para su funcionamiento. Por limitaciones de recursos, sólo pudo instalarse en un laboratorio que cubría las expectativas exigidas. Por tal razón, no pudo seleccionarse la muestra de una forma totalmente aleatoria porque fue necesario considerar la disponibilidad horaria del alumno para el uso del laboratorio, el cual estaba disponible solamente los miércoles desde las tres de la tarde hasta las siete de la noche todas las semanas. Esta limitación horaria en el uso del laboratorio asignado para la práctica del software educativo, hizo necesario separar a los alumnos que tenían disponibilidad en el horario asignado, de aquéllos que tenían clases a esa hora y no podían acudir al laboratorio a usar el software. Para ello se realizó un cruce de horarios entre las tres secciones de la materia Lógica Computacional para verificar cuáles alumnos podían asistir a ese horario.

Se seleccionaron dos grupos. Uno de los grupos usó el software educativo (grupo experimental), mientras que el otro grupo no lo usó (grupo control). Los alumnos que usaron el software educativo (grupo experimental), fueron seleccionados de aquellos que tenían disponibilidad de tiempo en el horario prefijado para el uso del laboratorio.

Siguiendo los lineamientos de la investigación realizada por Morales y Vera (2007), se separó el grupo experimental en dos grupos de 15 alumnos para realizar dos sesiones de trabajo en el laboratorio de tal manera que la dinámica de la práctica

del software se hiciera más amena y productiva. Por otra parte, el laboratorio estaba disponible sólo cuatro horas a la semana, los días miércoles desde las tres de la tarde hasta las siete de la noche, así que separar en dos sesiones el laboratorio hizo posible que 30 alumnos tuvieran disponibilidad de asistir a al menos a una de las sesiones. Se logró conformar dos sesiones de laboratorio y dos subgrupos del grupo experimental. Una de las sesiones se administró de tres a cinco de la tarde y otra de cinco de la tarde a siete de la noche. En cada sesión asistían 15 alumnos y cada alumno podía asistir a sólo una de las sesiones semanales, aún cuando tuviera oportunidad de asistir a las dos sesiones. Esto se hizo para aplicar el software en forma equitativa a cada subgrupo.

Se determinó que de los 76 estudiantes que están cursando la asignatura, sólo 37 estudiantes podían usar el software educativo, ya que su horario se lo permitía. A estos 37 alumnos que podían usar el software educativo, se les consultó si estaban dispuestos a usarlo, explicándoles que era de utilidad para el aprendizaje del contenido Lógica Proposicional. Sólo dos alumnos manifestaron no querer participar en la práctica del software, ya que tenían actividades personales que le impedían asistir en el horario establecido para el uso del laboratorio. De los 35 alumnos disponibles para el uso de software, 15 eran repitientes y 20 eran alumnos nuevos.

Como sólo 15 estudiantes repitientes podían conformar el grupo experimental, se decidió que tanto el grupo control como el grupo experimental estuvieran conformados por 30 estudiantes, de manera tal que en cada grupo se pudieran asignar 15 alumnos repitientes y 15 alumnos principiantes que estaban viendo la materia por primera vez. Esto se hizo para garantizar que los dos grupos, el de control y el

experimental, fueran homogéneos, en cuanto a la variable repitencia. El grupo experimental se constituyó con los 15 alumnos repitientes que tenían disponibilidad de uso del software y 15 alumnos principiantes que se seleccionaron al azar de los 20 alumnos restantes que podían asistir al laboratorio. El grupo control se conformó con 15 alumnos repitientes y 15 alumnos principiantes tomados aleatoriamente de los 39 alumnos restantes a los que no podía aplicárseles el software educativo.

De los 30 alumnos que conformaron el grupo control, 24 eran varones y 6 eran hembras. En el grupo experimental, había 26 varones y 4 hembras. De la sección uno, se seleccionaron 21 alumnos, 13 pertenecían al grupo control y 8 al grupo experimental. De la sección dos, se seleccionaron 21 alumnos, 9 para el grupo control y 12 para el grupo experimental. De la sección tres, de un total de 18 alumnos, 8 pertenecían al grupo control y 10 estudiantes eran del grupo experimental.

Siguiendo los lineamientos de Morales (2008), en este estudio no se realizó una prueba pretest como tal, ya que los conocimientos a medir en la prueba no puedan comprobarse antes de impartido en clase el tema Lógica Proposicional. No existen materias previas donde los alumnos hayan tenido la oportunidad de realizar demostraciones lógicas, punto de gran valoración en las pruebas escritas de la asignatura. Ahora bien, para tener control sobre el experimento no basta la conformación de los grupos control y experimental, sino que estos grupos deben ser equivalentes. Según Hernández y cols. (2010), los grupos deben ser "... equivalentes al iniciar y durante todo el desarrollo del experimento menos en lo que respecta a la variable independiente... los instrumentos de medición deben ser iguales y aplicados de la misma manera" (p.132).

En este orden de ideas, se verificó que los grupos seleccionados fueran equivalentes mediante una prueba diagnóstica realizada al comienzo del semestre. En esta prueba se verificaron los conocimientos previos que el alumno debe poseer al comenzar el curso para verificar si las conductas de entrada son las mismas o similares en los dos grupos. Adicionalmente, se compararon los promedios de notas que los alumnos tenían antes de comenzar el estudio para verificar si estos promedios eran similares.

En la Tabla 8 y en la Figura 8, puede verse la distribución estadística del rendimiento en la prueba diagnóstica y el índice académico tanto para el grupo control como para el grupo experimental antes de iniciarse la investigación. Se observa que la mediana es exactamente igual para el grupo control y el grupo experimental para cada una de las mediciones. Adicionalmente, se visualiza que el promedio es similar en los dos grupos tanto en la medición del índice académico ( $Mediana_{CONTROL} = 12,16$  y  $Mediana_{EXPERIMENTAL} = 11,66$ ) como la medición de la prueba diagnóstica ( $Mediana_{CONTROL} = 11,27$  y  $Mediana_{EXPERIMENTAL} = 11,77$ ). Se evidencia que en el grupo control se obtuvieron calificaciones máximas y mínimas similares a las del grupo experimental en cada competencia. El rango es alto lo que demuestra una alta dispersión en la distribución tanto en el grupo control como en el grupo experimental (para el índice académico,  $Rango_{CONTROL} = 11$  y  $Rango_{EXPERIMENTAL} = 10$ ; para la prueba diagnóstica,  $Rango_{CONTROL} = 10$  y  $Rango_{EXPERIMENTAL} = 12$ ).

Se destaca en la Figura 8 que las notas están distribuidas en forma centrada para los dos grupos, tanto en la prueba diagnóstica como en el índice académico. La dispersión del grupo control en cuanto al índice académico es similar a la dispersión

del grupo experimental ( $Desviación_{CONTROL} = 2,877$  y  $Desviación_{EXPERIMENTAL} = 2,537$ ).

Por otra parte, en la prueba diagnóstica, el grupo experimental presentó una distribución asimétrica más dispersa, donde las notas tienden a concentrarse hacia las notas inferiores ( $Asimetría = 0,846$  y  $Curtosis = 0,348$ ).

Tabla 8  
Datos estadísticos por prueba y grupo al inicio de la investigación

PRUEBA	GRUPO	ESTADÍSTICOS								
		Media	Mediana	Varianza	Desviación	Mín	Máx	Rgo	Curtosis	Asimetría
Índice Académico	Control	12,16	12,00	8,282	2,877	7	18	11	-,375	-,151
	Experimental	11,66	12,00	6,437	2,537	7	17	10	-,391	,131
Prueba Diagnóstica	Control	11,27	11,00	9,237	3,039	6	16	10	-1,305	-,114
	Experimental	11,77	11,00	8,047	2,837	7	19	12	,348	,846

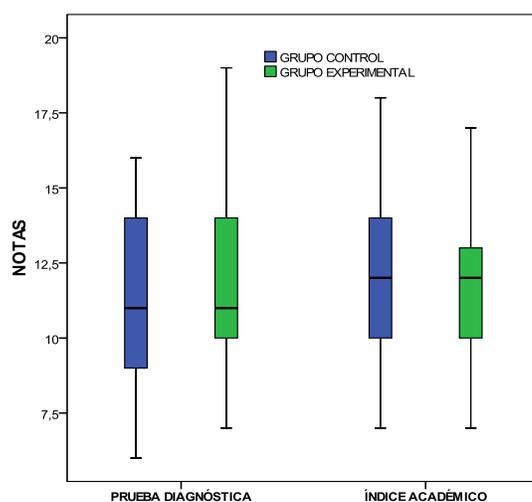


Figura 8. Diagrama de caja de la distribución estadística del rendimiento del índice académico y la prueba diagnóstica para los grupos control y experimental antes de aplicado el software educativo.

Para contrastar el rendimiento de ambos grupos al inicio de la investigación, tanto para la prueba diagnóstica como para el índice académico, se realizó una prueba t de Student para grupos independientes. Se pudo constatar la homogeneidad de

varianzas de los grupos control y experimental, tanto en la prueba diagnóstica ( $F = ,904$  y  $Sig = 0,346$ ) como en el índice académico ( $F = ,281$  y  $Sig = 0,598$ ). En la Tabla 9 se observa que el nivel crítico (Sig bilateral) es mayor a 0.05 por lo que se puede deducir que no hay marcada diferencia en las medias de ambas pruebas.

Tabla 9

*Datos estadísticos para determinar la semejanza de promedios de notas para la prueba diagnóstica y el índice académico entre los grupos, antes de la investigación*

Prueba	t	Grados de libertad	Nivel Crítico Bilateral (Sig)	Intervalo de Confianza (95%)	
				Inferior	Superior
Índice Académico	,714	58	,478	-,902	1,902
Prueba Diagnóstica	-,659	58	,513	-2,019	1,019

### *Informe de las Acciones Tomadas*

El proceso ejecutado para llevar a cabo la aplicación del software, la elaboración de la prueba y la recolección de los resultados se detalla en las siguientes líneas.

#### *Planificación para la aplicación del software*

La autora facilitó el software educativo al Departamento de Tecnología de la universidad para su instalación. También se les facilitó la información sobre las herramientas que se necesitan para instalar el software, las cuales son: MySQL (versión 5.0.51b), Symfony (versión 1.1.6), Apache (versión 2.2.8) y PHP (versión 5.2.6). Según estos requerimientos, el software sólo pudo instalarse en un laboratorio en un horario restringido a un solo día a la semana por cuatro horas consecutivas (miércoles desde las tres de la tarde hasta las siete de la noche).

Se seleccionaron dos grupos, un grupo control y un grupo experimental de 30 alumnos cada uno, según la evaluación de la disponibilidad de horario de los alumnos para el uso del software en el laboratorio asignado. El grupo experimental se dividió en dos subgrupos de 15 alumnos cada uno, de manera tal que a 15 alumnos se les aplicó el software en el laboratorio en un horario y los 15 alumnos restantes usaron el software educativo en otro horario. Esto se hizo por disponibilidad de tiempo de los alumnos y para facilitar la orientación en el uso del software por parte del profesor, ya que si el grupo es más pequeño, éste puede guiar la actividad en forma más amena y lograr mayor participación de los alumnos. El laboratorio contaba con 30 computadores por lo que no existieron restricciones para asignar un computador por alumno.

Cada alumno recibió sólo dos horas de laboratorio en la semana, ya que se controló asistencia, es decir, el alumno podía asistir sólo a la sesión semanal a la que había sido asignado. Así se aseguró que cada alumno del grupo experimental recibiera la misma cantidad de horas de práctica con el software educativo. El docente que guió estas dos sesiones semanales fue la autora de este trabajo, ya que los demás profesores de la materia no podían asistir en el horario establecido.

Las sesiones se realizaron cubriendo los contenidos de Lógica Proposicional impartidos en la materia y que están contemplados en el software educativo desarrollado. Cabe destacar que las sesiones se orientaron hacia los temas que los alumnos consideraron más difíciles según los resultados de las encuestas y entrevistas realizadas. En particular, se reforzó la ejercitación de las derivaciones o argumentaciones en Lógica Proposicional, ya que este contenido fue seleccionado

como de alto grado de dificultad; adicionalmente, este contenido representa el 50% de lo evaluado en la primera prueba escrita de la asignatura.

Para iniciar el uso del software, desde el usuario administrador se creó un código de usuario para el profesor, en este caso, se creó un usuario a la autora de este estudio que fue la que administró el software educativo al grupo experimental. Para ello, la autora construyó junto con todos los profesores de la cátedra, un conjunto de ejercicios y exámenes para ser realizados en cada sesión de laboratorio. Los ejercicios seleccionados, fueron realizados con el uso del software educativo por los alumnos del grupo experimental. Para el grupo control, los docentes resolvieron en clase estos mismos ejercicios por el método tradicional exponiendo en pizarra la resolución paso a paso, de igual manera que se ha venido haciendo en semestres anteriores.

En las sesiones de laboratorio se reforzó el contenido teórico usando los tutoriales y las pantallas de ayuda que contiene el software educativo y realizando los ejercicios elaborados previamente por los docentes e introducidos en el software por la autora para su aplicación en laboratorio.

#### *Aplicación del Software*

Para cubrir todo el tema Lógica Proposicional, se realizaron cinco sesiones de laboratorio para cada subgrupo del grupo experimental. Se hizo énfasis en aquellos temas considerados de mayor dificultad evaluados en el primer examen escrito de la materia. Los contenidos y las actividades realizadas por la autora y por los alumnos en cada sesión se detallan a continuación.

#### *Sesión 1*

#### *Unidades de Competencia*

1) Utiliza apropiadamente los elementos del lenguaje formal lógico.

2) Determina la interpretación de una fórmula.

*Contenidos Conceptuales*

1) Introducción a la Lógica.

2) Técnicas Semánticas para la interpretación de fórmulas lógicas.

(Tablas de Verdad y Árboles Semánticos).

*Contenidos Procedimentales*

1) Emplea apropiadamente los elementos del vocabulario.

2) Modela contenido textual en un lenguaje formal lógico.

3) Evalúa si una fórmula está bien formada.

4) Aplica técnicas semánticas para determinar la interpretación.

*Contenidos Actitudinales*

1) Valora la importancia del lenguaje formal en la lógica

*Actividades*

Se realizó una presentación del software a los alumnos para que éstos se familiarizaran con el uso del mismo. Previamente, se registró una sección de prueba en el software y se añadieron ejercicios y exámenes. Siguiendo los lineamientos, cada alumno se registró en el software usando la pantalla de inicio. Cuando todos estaban registrados, la autora procedió a autorizarlos (Ver Anexo F).

Seguidamente, se invitó a los alumnos a revisar los tutoriales que se encuentran en el software para reforzar la teoría vista en clase. Se revisaron los siguientes temas: 1) definición de lógica, proposición y razonamiento, 2) modelación lógica, 3) conectores lógicos y 4) técnicas semánticas, en particular, tablas de verdad

y árboles semánticos. Algunas de las pantallas que conforman el módulo de teoría del software educativo se encuentran en el Anexo F.

Por último, se realizó un ejercicio para determinar la validez de una fórmula mediante el uso de dos técnicas semánticas: tabla de verdad y árbol semántico para que el alumno pudiera comparar cada una de ellas. Las pantallas del módulo de ejercicios semánticos del software se muestran en el Anexo F.

### *Sesión 2*

#### *Unidades de Competencia*

- 1) Determina la interpretación de una fórmula.
- 2) Demuestra razonamientos válidos.

#### *Contenidos Conceptuales*

- 1) Técnicas Semánticas para la interpretación de fórmulas lógicas.  
(Demostración por contradicción).
- 2) Técnicas de demostración lógica.

#### *Contenidos Procedimentales*

- 1) Representa un razonamiento como una fórmula lógica.
- 2) Aplica técnicas semánticas para determinar la interpretación.
- 3) Maneja el método de Fitch como representación de la derivación.
- 4) Conoce y aplica apropiadamente las reglas de inferencia básicas.

#### *Contenidos Actitudinales*

- 1) Participa activamente en la resolución de los ejercicios.
- 2) Utiliza las recomendaciones del software y muestra interés en alcanzar la solución.

### *Actividades*

Se realizaron dos ejercicios registrados en el software, donde el alumno debía representar un razonamiento como una fórmula lógica. De estos razonamientos uno era válido y otro no. Para ello el alumno revisó el tutorial sobre el concepto de razonamiento y su modelación. A continuación, el estudiante, usando el software educativo, aplicó la técnica semántica de demostración por contradicción para ambos razonamientos, determinando la validez de dichos razonamientos. Las pantallas asociadas a estos ejercicios se visualizan en el Anexo F. Luego, se indicó a los alumnos que incluyeran un ejercicio de su elección en el software y lo resolvieran usando el mismo método, demostración por contradicción. Finalmente, la docente incluyó los ejercicios de los alumnos como públicos para que fueran visualizados por toda la sección.

Por último, se tomó el razonamiento que resultó válido y los alumnos derivaron el razonamiento haciendo uso del software educativo, con la utilización exclusiva de reglas básicas. Las pantallas asociadas a esta derivación se despliegan en el Anexo F.

### *Sesión 3*

#### *Unidades de Competencia*

- 1) Demuestra razonamientos válidos.

#### *Contenidos Conceptuales*

- 1) Técnicas de demostración lógica.

#### *Contenidos Procedimentales*

- 1) Maneja el método de Fitch como representación de la derivación.

2) Conoce y aplica apropiadamente las reglas de inferencia básicas.

3) Conoce y aplica apropiadamente los teoremas.

#### *Contenidos Actitudinales*

1) Muestra interés en alcanzar la solución, utilizando las recomendaciones del software.

2) Se compromete en la resolución de los ejercicios e interactúa con el software de forma autónoma.

#### *Actividades*

La autora planteó un ejercicio de derivación lógica de fácil resolución. Se trataba de un razonamiento válido registrado previamente en el software. Los alumnos haciendo uso de las ayudas interactivas llegaron a la conclusión de dos formas: 1) usando sólo reglas de inferencia básicas y 2) usando reglas de inferencia básicas y teoremas. Para mayor detalle de las pantallas del módulo de derivaciones del software, véase el Anexo F.

Luego, los alumnos seleccionaron dos ejercicios de derivación de los registrados en el software, ambos clasificados como de dificultad media. Haciendo uso de las ayudas interactivas y de las sugerencias dadas por el software, realizaron la derivación usando tanto reglas básicas como teoremas.

#### *Sesión 4*

##### *Unidades de Competencia*

1) Demuestra razonamientos válidos.

##### *Contenidos Conceptuales*

1) Técnicas de demostración lógica.

### *Contenidos Procedimentales*

- 1) Maneja el método de Fitch como representación de la derivación.
- 2) Conoce y aplica apropiadamente las reglas de inferencia básicas.
- 3) Conoce y aplica apropiadamente los teoremas.

### *Contenidos Actitudinales*

- 1) Muestra interés en alcanzar la solución, utilizando las recomendaciones del software.
- 2) Se compromete en la resolución de los ejercicios e interactúa con el software de forma autónoma.

### *Actividades*

La autora planteó un razonamiento válido cuya derivación lógica era de alta dificultad. Los alumnos realizaron la derivación lógica de éste haciendo uso de las ayudas y recomendaciones interactivas del software. Se dio libertad para aplicar reglas de inferencia básicas y/o teoremas. Las pantallas del módulo de derivaciones del software se muestran en el Anexo F.

Luego, los alumnos seleccionaron dos ejercicios de derivación de los registrados en el software, de dificultad media o alta. Haciendo uso de las ayudas interactivas y de las sugerencias dadas por el software, realizaron la derivación usando tanto reglas básicas como teoremas.

### *Sesión 5*

#### *Unidades de Competencia*

- 1) Demuestra razonamientos válidos.
- 2) Simplifica una fórmula obteniendo las formas normales.

### *Contenidos Conceptuales*

- 1) Técnicas de demostración lógica.
- 2) Simplificación de fórmulas.
- 3) Método semántico para la obtención de formas normales.

### *Contenidos Procedimentales*

- 1) Maneja el método de Fitch como representación de la derivación.
- 2) Conoce y aplica apropiadamente las reglas de inferencia básicas.
- 3) Conoce y aplica apropiadamente los teoremas.
- 4) Obtiene la FNC y la FND de una fórmula usando tablas de verdad.
- 5) Verifica la equivalencia de las formas normales con la fórmula original.

### *Contenidos Actitudinales*

- 1) Muestra interés en alcanzar la solución, utilizando las recomendaciones del software.
- 2) Se compromete en la resolución de los ejercicios e interactúa con el software de forma autónoma.

### *Actividades*

Se realizó una derivación de alta complejidad de las registradas en el software para cerrar el tema de las derivaciones. La autora observó durante la realización del ejercicio que la mayoría de los alumnos mostraron dominio en la ejecución de la derivación lógica, llegando a la conclusión por varios caminos, ya sea usando reglas básicas, usando teoremas o usando una combinación de ambas. Adicionalmente, mostraron entusiasmo e interés en resolver la derivación en forma autónoma y usaron en menor grado las ayudas que brinda el software.

Para finalizar, se realizaron ejercicios de simplificación de fórmulas usando el método semántico de tablas de verdad. Los alumnos obtuvieron la forma normal conjuntiva y la forma normal disyuntiva de al menos dos ejercicios registrados en el software. Cabe destacar que este tema es de baja complejidad para los alumnos, ya que el software tiene la limitación de usar sólo el método semántico de tabla de verdad para la obtención de las formas normales de una fórmula. El método sintáctico para obtener las formas normales se basa en el uso de teoremas y en el software no está implementado. Dicho método sintáctico se maneja sólo en las clases regulares de la materia, sin embargo se da libertad al alumno de obtener las formas normales por cualquiera de los métodos en la prueba escrita.

Por último, al finalizar las sesiones, la autora obtuvo las estadísticas resultantes de la sección y se determinó que el 87,83% de los alumnos resolvieron los ejercicios en forma satisfactoria. Esta estadística la proporcionó el software, sin embargo, ésta sólo sirve de referencia ya que este valor no fue utilizado en este estudio. Para medir el rendimiento académico de los alumnos se tomó la evaluación de la prueba escrita realizada en todas las secciones de la asignatura.

#### *Aplicación de la prueba escrita*

El tema Lógica Proposicional culminó para todas las sesiones, según el programa de la asignatura, a la sexta semana del semestre. A la semana siguiente se aplicó la prueba escrita. Cabe resaltar que esta prueba escrita es realizada en forma departamental, es decir, cada semestre se elabora un examen y se aplica para todas las secciones en la misma fecha y a la misma hora. Todos los docentes de la materia construyen el examen en forma conjunta aportando ideas y ejercicios de un nivel

adecuado y acorde a lo visto en clase. Adicionalmente, en común acuerdo, todos los docentes fijan los criterios de evaluación a aplicar a la prueba escrita, de manera tal que la corrección sea objetiva y precisa.

Para este estudio, se construyó el examen, fue validado por todos los docentes que dictan la asignatura y se aplicó la prueba inmediatamente después de impartido el contenido Lógica Proposicional y administrado el software educativo. Se debe destacar que cada profesor evaluó las pruebas presentadas por los alumnos de su sección, sin discriminar cuáles alumnos pertenecen al grupo control y cuáles al grupo experimental. La autora de este estudio evaluó solamente las pruebas presentadas por los alumnos de su sección, la sección tres. Luego de presentada la prueba y registradas las calificaciones, los datos fueron recolectados por la autora desde el SAN de la universidad. El examen aplicado para la realización de este estudio y el instrumento de evaluación con el que se corrigió puede verse en el Anexo G.

## Capítulo 5. Resultados

El siguiente capítulo consta de cuatro secciones. En la primera sección se presentan los resultados obtenidos al finalizar el estudio, evidenciando dichos resultados con datos estadísticos. En la segunda sección, se analizan e interpretan los resultados obtenidos, discutiéndose éstos en el marco de las investigaciones revisadas. En la tercera sección, partiendo de los hallazgos encontrados, se aportan algunas recomendaciones para mejorar la solución en la institución en estudio y para extrapolar su uso en otros contextos y otras situaciones. Por último, en la cuarta sección se plantean algunas formas de difusión de los resultados para que sean del conocimiento de la comunidad universitaria y puedan servir de punto de inicio para nuevas investigaciones en el área del uso del software como herramienta didáctica en el contexto educativo.

### *Resultados*

En la universidad objeto de este estudio se ha observado un bajo desempeño en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Informática, en particular en el tema de Lógica Proposicional de la asignatura Lógica Computacional, lo cual se evidencia en las calificaciones obtenidas por los alumnos en semestres anteriores. El problema planteado en el presente estudio consistió en medir el efecto de la aplicación de un software educativo en el rendimiento académico. Para ello era necesario desarrollar un software educativo que se adaptará a las necesidades tanto de alumnos como docentes de la materia y que abarcará todos los contenidos de Lógica Proposicional, específicamente, aquellos considerados de mayor dificultad. Por tal motivo, la autora planteó el diseño de un software educativo que fue desarrollado como tesis de

pregrado en la Escuela de Ingeniería Informática con la contribución de expertos en desarrollo de software y la verificación de los alumnos y los docentes de la cátedra.

Se formaron dos grupos de trabajo, el grupo control, que recibió estrategias docentes tradicionales, y, el grupo experimental, al que se le facilitó el uso del software educativo desarrollado. Con el objetivo de verificar equivalencia entre los grupos, al inicio de la investigación se realizaron dos mediciones, una, producto de la aplicación de una prueba diagnóstica y la otra, obteniendo el índice académico de los alumnos. Para contrastar el desempeño inicial de ambos grupos al comienzo de la investigación y determinar si existían diferencias significativas entre las medias, se realizó una prueba *t* de Student para grupos independientes, aplicando esta prueba tanto para el examen diagnóstico como para el índice académico. Los resultados evidencian que no existían diferencias significativas ( $p > .05$ ) de las medias de ambos grupos, tanto para la prueba diagnóstica ( $t = 0,714$ ;  $p = .478$ ) como para el índice académico ( $t = -0,658$ ;  $p = .513$ ).

El software educativo fue administrado durante cinco sesiones de laboratorio en las cuales los alumnos del grupo experimental tuvieron la oportunidad de reforzar y ejercitar los contenidos vistos en las clases teóricas mediante la lectura de tutoriales y la realización de diversos ejercicios registrados en el software por la autora y validados por todos los docentes de la asignatura Lógica Computacional.

Para comprobar las hipótesis planteadas en este estudio sobre el efecto del uso del software educativo en el rendimiento de los alumnos y verificar diferencias entre los resultados obtenidos por el grupo control y el grupo experimental en la prueba escrita realizada al final de la intervención, se contrastaron las medias obtenidas en

las calificaciones de ambos grupos y se pudo constatar la homogeneidad de las varianzas ( $F = 2,667$ ;  $Sig = 0,109$ ). Para ello, se realizó la prueba t de Student para muestras independientes, donde se observaron evidencias significativas al 99% ( $p = .000 < .01$ ). En la Tabla 10 pueden verse los resultados estadísticos obtenidos en dicha prueba.

Tabla 10  
*Contrastación de los grupos control y experimental en la prueba escrita realizada al finalizar la investigación*

t	Grados de libertad	Nivel Crítico Bilateral (Sig)	Intervalo de Confianza (99%)	
			Inferior	Superior
-5,779	50	,000	-9,312	-3,414

Con respecto a la medición del índice de abandono de la materia, solamente 2 alumnos no presentaron el primer parcial (3,33%), uno perteneciente al grupo control y otro al experimental. Retiraron la materia al final del semestre sólo 6 alumnos (10%), de los cuales 4 alumnos integraban el grupo control y 2 alumnos eran del grupo experimental. Cabe destacar que comparando el porcentaje de retirados en los últimos tres años, no se observó una mejora significativa (10,1% vs. 10%). Sin embargo, el porcentaje de alumnos que abandonaron la materia antes de presentar el primer examen parcial en los últimos tres años sí es notoriamente mayor a los que no presentaron en el semestre en curso (15% vs. 3,33%).

En la Tabla 11 se presentan los datos estadísticos de las calificaciones obtenidas en la prueba escrita para contrastar los resultados entre el grupo control y experimental. Se observa que el grupo experimental tienen un promedio académico superior al obtenido por el grupo control ( $Media_{CONTROL} = 6,60$  y  $Media_{EXPERIMENTAL} =$

12,96). Se evidencia también que la nota máxima obtenida por el grupo experimental es mayor a la obtenida por el grupo control ( $20 > 14$ ). El rango es alto, lo que demuestra una dispersión alta en ambos grupos, aunque mayor en el grupo experimental ( $18 > 13$ ). En el grupo control la mediana es mayor a la media en proporción, lo que significa que los resultados son ligeramente asimétricos sesgados a la derecha ( $6,60 > 6$ ). Por otra parte, en el grupo experimental, la media es inferior a la mediana lo que indica que hay una asimetría sesgada a la izquierda ( $12,96 < 14$ ).

Tabla 11

*Datos estadísticos de la prueba escrita obtenidos por los grupos control y experimental al finalizar la investigación*

GRUPO	ESTADÍSTICOS								
	Media	Mediana	Varianza	Desviación	Mín.	Máx.	Rgo.	Curtosis	Asimetría
Control	6,60	6,00	10,667	3,266	1	14	13	-,297	,490
Experimental	12,96	14,00	20,42	4,519	2	20	18	-,154	-,571

Adicionalmente, se observa que la mayoría de los casos del grupo control se encuentran en los valores bajos de las notas (*Asimetría* = 0,490 y *Curtosis* = -0,297), mientras que en el grupo experimental la mayoría de los casos tiende a estar en los valores altos de las calificaciones (*Asimetría* = -0,571 y *Curtosis* = -0,154). Estas diferencias se perciben gráficamente en la Figura 9, donde se distingue que las notas tienden a concentrarse hacia las notas superiores en el grupo experimental.

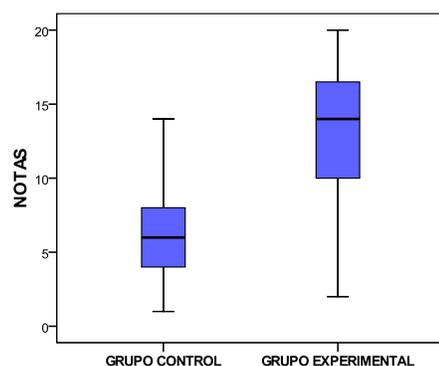


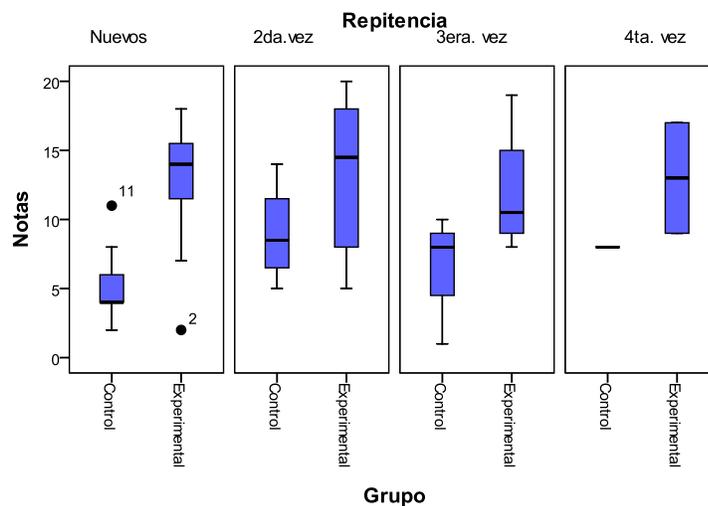
Figura 9. Diagrama de caja de la distribución estadística para los grupos control y experimental al finalizar la investigación.

Con respecto a la variable interviniente *repitencia*, los resultados pueden verse en la Tabla 12 y en la Figura 10. Se observa que la media resultó siempre mayor en el grupo experimental que en el grupo control, sin importar el índice de repitencia. Es necesario resaltar que sólo quedaron tres alumnos que estaban viendo la materia por cuarta vez, dos de ellos pertenecían al grupo experimental y sólo uno, al grupo control (*calificación = 08*) por lo que los estadísticos han sido omitidos en la tabla por el paquete estadístico SPSS. En general, sin importar la variable repitencia, el grupo experimental obtuvo mayores calificaciones que el grupo control.

Tabla 12

*Datos estadísticos por índice de repitencia de los alumnos para el grupo control y el grupo experimental de la prueba escrita realizada al final de la investigación*

REPITENCIA	GRUPO	ESTADÍSTICOS								
		Media	Mediana	Varianza	Desviación	Mín	Máx	Rgo.	Curtosis	Asimetría
Nuevos	Control	5,08	4,00	5,410	2,326	2	11	9	2,763	1,487
	Experimental	13,07	14,00	18,352	4,284	2	18	16	-1,336	2,100
2da. vez	Control	9,00	8,50	9,714	3,117	5	14	9	-,991	,377
	Experimental	13,33	14,50	33,461	5,785	5	20	15	-1,194	-,508
3era. vez	Control	6,33	8,00	22,333	4,726	1	10	9	.	-1,390
	Experimental	12	10,50	23,333	4,830	8	19	11	2,871	1,597
4ta. vez	Control	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Experimental	13	13	32,000	5,657	9	17	8	.	.



*Figura 10.* Diagrama de caja de la distribución estadística para los grupos control y experimental según el índice de repitencia de la prueba escrita realizada al final de la investigación.

### *Discusión*

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten corroborar la hipótesis planteada sobre el efecto positivo del uso de un software educativo en el rendimiento académico de los alumnos de la materia Lógica Computacional. Adicionalmente, los resultados proporcionan evidencias que indican que el grupo de alumnos que usaron el software educativo obtuvieron un rendimiento significativamente mayor (99%) que los alumnos a los que se les aplicó el método tradicional de enseñanza. En cuanto al índice de abandono, la cantidad de retirados se mantuvo similar a semestres anteriores, sin embargo, el índice de inasistencia a la prueba escrita disminuyó.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Morales y Vera (2007), los cuales aplicaron un software educativo para dinamizar la enseñanza del cálculo integral y obtuvieron como resultado que el grupo experimental tuvo un desempeño académico superior al obtenido por el grupo control (55,63% vs. 26,18%). Del mismo modo, Díaz y Vergel (2005), utilizaron un software para la enseñanza de la geometría el cual tuvo una incidencia positiva en el rendimiento académico de los estudiantes. Un aspecto importante que vale la pena mencionar es que Díaz y Vergel observaron que durante el experimento de aplicación del software, los alumnos mostraron alta motivación y una excelente disposición al trabajo en equipo. Esto coincide con lo observado por la autora en el desarrollo del presente estudio.

De la misma manera, Miratía (2005) y Maita (2005) realizaron una investigación sobre el efecto del uso de las TIC en el desempeño del estudiante. Miratía implementó una metodología basada en la Web y en el uso de las TIC cuyo resultado mostró evidencias significativas de la mejora del rendimiento en el grupo experimental. Por otra parte, Maita, implementó y aplicó un software educativo para el aprendizaje de las funciones reales obteniendo como resultado una mejora del rendimiento académico en el grupo al que se le aplicó el software ( $Media_{CONTROL} = 9,49$  vs.  $Media_{EXPERIMENTAL} = 13,16$ ).

Uno de los aspectos observados por la autora durante la aplicación del software, fue la participación activa que mostraron los alumnos durante las sesiones de laboratorio. Los alumnos se notaban entusiastas en realizar los ejercicios propuestos y se sintieron involucrados en el proceso. Al adquirir experiencia en el uso del software, hicieron uso de los tutoriales y ayudas interactivas cuando les surgían

dudas sin indicación alguna por parte de la autora de este estudio. Adicionalmente, la formación de grupos con 15 alumnos para el uso del software en el laboratorio, colaboró a que la atención hacia ellos pudo hacerse de manera más personalizada y se volvieron más participativos y autónomos. Estos aspectos coinciden con los observados por Maita (2005) en su investigación, "...se dinamizó el aula de clases; promoviendo en los estudiantes un sentimiento de autonomía en la adquisición de conocimientos" (p.49).

Las implicaciones que pueden hacerse producto de los resultados obtenidos son varias. Una implicación importante, es resaltar la necesidad de revisar las técnicas didácticas utilizadas por los docentes para incorporar innovaciones que mejoren la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje. Evaluar es medir la calidad del proceso educativo, por lo que mejorar el rendimiento académico es imprescindible para garantizar la labor del docente y avalar el proceso de aprendizaje requerido por el estudiante.

Otro hallazgo importante que se deduce de los resultados obtenidos es que el uso de un software educativo puede mejorar el rendimiento académico de los alumnos. Sin embargo, la aplicación de un software no es bueno porque sí. Para lograr un aprendizaje eficaz y significativo en los alumnos es necesario evaluar el alcance y las limitaciones de la incorporación del software en las actividades de aula. Además, el desarrollo del software debe incluir un diseño educativo que tome en cuenta no sólo los contenidos de la asignatura, sino también, las características de los alumnos y el entorno educativo. Según Waldegg (2002), las tecnologías no

construyen conocimiento sino que ayudan a que el estudiante lo haga, siempre y cuando se utilicen adecuadamente como herramientas didácticas.

En este orden de ideas, es necesario destacar que el uso de un software educativo no reemplaza la función del docente en el proceso de enseñanza y aprendizaje. El software educativo sirve de mediador para ayudar al estudiante a llegar a su nivel de desarrollo potencial, logrando así la incorporación de nuevos conocimientos. La labor del docente, además de mediar, es orientar al alumno en su aprendizaje, planificando el uso del software, construyendo ejercicios significativos, evaluando y retroalimentando en el momento oportuno para formar alumnos autónomos.

Una observación que resulta necesario incluir en este trabajo es referida al cambio de actitud en los alumnos que tuvieron la oportunidad de usar el software educativo. Aunque esta variable está fuera del alcance de esta investigación, la autora considera importante destacar que los alumnos del grupo experimental se mostraron motivados a asistir a las sesiones de laboratorio, participaban activamente en todas las actividades planificadas y mostraron un interés poco usual en las clases de Lógica Computacional.

Para concluir, se puede señalar que se obtuvieron suficientes evidencias para afirmar que la mejora en el rendimiento académico de los alumnos de Lógica Computacional en el contenido Lógica Proposicional, está estrechamente relacionado con la aplicación del software educativo aplicado al grupo experimental.

*Recomendaciones*

Una vez finalizado el estudio y después de interpretados los resultados, surgen recomendaciones que pueden hacerse para mejorar y ampliar la solución encontrada en el escenario de trabajo de la autora. En forma general, se recomienda:

- 1) agregar nuevas funcionalidades al software educativo aplicado para que incluya un registro de las interacciones del alumno con el software en cada sesión, ya que ahora sólo contempla estadísticas; esto sería de utilidad al docente para revisar su planificación y reformular estrategias didácticas;
- 2) fortalecer el módulo de estadísticas registrando mayor información para visualizar no sólo resultados sino también el proceso que el alumno siguió para obtener la solución;
- 3) fomentar el uso de las TIC, en particular el uso del software educativo en el aula, previo a una evaluación de la pertinencia de su uso en la asignatura;
- 4) desarrollar una aplicación integrada que incluya los demás temas de la materia Lógica Computacional, ya que los alumnos demostraron interés en las herramientas tecnológicas y los resultados en el rendimiento fueron positivos;
- 5) gestionar con el departamento de tecnología de la universidad, la instalación del software educativo utilizado en un servidor de manera tal que los alumnos puedan usar el software desde cualquier laboratorio de la institución o cómodamente en su casa, así no estarían limitados en tiempo y espacio y el software ofrecería mayor oportunidad al desarrollo de la autonomía y autorregulación del alumno.

Otra recomendación que conviene mencionar es instruir a los docentes en el uso de las tecnologías, no sólo para proveerlos de las herramientas necesarias para su labor didáctica, sino también para cambiar su percepción de la necesidad de la innovación en el contexto educativo. De los conocimientos y las actitudes que tengan

los docentes con respecto al uso de las TIC dependerá la integración de las herramientas tecnológicas que el docente haga en su práctica educativa (Tejedor y García-Valcárcel, 2007).

Para concluir, es importante destacar que la efectividad de las sugerencias expuestas dependerá de las actividades de enseñanza y aprendizaje planificadas por el docente, de las características y actitudes de docentes y alumnos y del entorno educativo donde se aplique la intervención. Además, es necesario el apoyo de la institución educativa en cuanto a la provisión de recursos informáticos y tecnológicos que permitan la aplicación de las soluciones implementadas.

### *Difusión*

Para difundir los resultados de esta investigación, la autora se propone compartir los resultados en reuniones de profesores que se realizan semanalmente en la Escuela de Informática, para que los docentes de otras cátedras estén conscientes de la mejora que puede significar la integración de las TIC en su ejercicio de enseñanza. Adicionalmente, esta información pudiera servir para alentar a los profesores a la formulación de proyectos de desarrollo de software educativo para su área de conocimiento. Estos proyectos pueden formar parte de la oferta de Trabajos Especiales de Grado que la escuela dispone para sus estudiantes.

Adicionalmente, la autora indagará sobre la posibilidad de publicar los resultados de esta investigación en revistas especializadas y en la página oficial de la universidad para difundir el uso de las TIC en la práctica educativa.

## Referencias

- Abalde, E., Barca, A., Muñoz, J. M. & Fernando, M. (2009). Rendimiento académico y enfoques de aprendizaje: una aproximación a la realidad de la enseñanza superior brasileña en la región norte. *Revista de Investigación Educativa*, 27 (2), 303-3019.
- Alfageme, M., Rodríguez, M. & Solano, I. (2004). Análisis Didáctico de dos Conceptos Tecnológicos: Software y Software Educativo. *Ponencia presentada en EDUTECH* (pp. 25-38). España: Universidad de Murcia.
- Area M.. (2005). Tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación. *Relieve: Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 11(1), 3-25.
- Artigue, M. (2003). ¿Qué se puede Aprender de la Investigación. Educativa en el Nivel Universitario?. *Asociación Matemática Venezolana*, X(2), 117-124
- Baelo, R. (2008). *Integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los centros de Educación Superior de Castilla y León*. Tesis de Maestría no publicada. Universidad de León, León, España.
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Nueva York, NY, EE.UU: General Learning Press.
- Barbera, E. & Gómez, A. (2000). Las estrategias de aprendizaje en el área de matemáticas. En C. Monereo (Ed.), *Estrategias de Aprendizaje* (pp. 219-244). Madrid, España: Aprendizaje Visor.
- Cadenas, R. (2007). Carencias, dificultades y errores en los conocimientos matemáticos en alumnos del primer semestre de la Escuela de Educación de la Universidad de los Andes. *Revista Orbis Ciencias Humanas*. 2(6), 68-84.
- Cardona, G. (2003, 16 de mayo) Tendencias Educativas para el Siglo XXI Educación Virtual, Online y @learning elementos para la discusión. *Eduotec: Revista electrónica de Tecnología Educativa*, 15(2), 1-24
- Castejón, J., Cilar, R. & Pérez, A. (2007). El papel de las habilidades intelectuales generales en la adquisición del conocimiento conceptual y procedimental en una situación de aprendizaje complejo. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 60(2), 149-166.

- Colmenares, M. & Delgado, F. (2008). Aproximación teórica al estado de la relación entre Rendimiento Académico y Motivación de Logro en Educación Superior. *Revista de Ciencias Sociales*, 14(3), 604–613.
- De Gouveia, L. (2012). Comunidades virtuales y el aprendizaje estratégico de cálculo en ingeniería. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, 40, 101-113.
- De Miguel, F., Escudero, T., Vidal, J., Rodríguez, S., Apodaca, P. & Arias, J. (2002). Evaluación del rendimiento en la enseñanza superior. Comparación de resultados entre alumnos procedentes de la LOGSE y del COU. *Revista de Investigación Educativa*, 20(2), 357-384.
- Díaz, F. (2004). El proceso enseñanza-aprendizaje desde la mirada de los paradigmas psicoeducativos y de sus actores. *Visión Educativa: Revista Sonorense de Educación*, 3(11), 3-12
- Díaz, J. & Vergel, M. (2005). Influencia del software Cabri Geometría II en el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de licenciatura en matemáticas e informática de la Universidad Francisco De Paula Santander. *ANFEI. Sociedad Colombiana de Matemáticas*, 8 (31). Recuperado el 18 de diciembre de 2012, de <http://www.scm.org.co/Subidos/107.Resumen.pdf>
- Dick, W., Carey, L. & Carey, L.O. (2001). Chapter 7. (5a. ed.). *Developing Assessment Instruments, from Dick and Carey* (pp.120-142). New York , EE.UU.: Addison Wesley Educational Publisher, Inc
- Ezcurra, A. (2005). Diagnóstico preliminar de las dificultades de los alumnos de primer ingreso a la educación superior. *Perfiles educativos*, 27(107).
- Gagné, R. (1966). *The conditions of learning* (1a. ed.). New York, EE.UU.: Holt, Rinehart, & Winston.
- Galvis, A. (2004). Aprender y enseñar en compañía y con apoyo de Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación NTIC. En *Repensando la Educación Superior con Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación* (cap. 1). Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Garbanzo, G. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Revista de Educación*, 31, 143-6.
- Garrido, M. (2005). *Lógica Simbólica* (4a. ed.). Madrid, España: Tecnos.

- Hernández, R. , Fernández, C. y Baptista (2010), P. Diseños de Investigación. En *Metodología de la Investigación* (5a. ed.), (118-169). México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Herrera, M. (2009). El Valor de la Escuela y el Fracaso Escolar. *REICE: Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 7(4), 53-263.
- Herzberg, L. (1997). Software de Lógica Bertrand [Software y manual de cómputo]. Recuperado de <http://www.humnet.ucla.edu/humnet/phil/grads/herzberg/Bertrand.html>
- Huertas, M., Mor E. & Guerrero-Roldán, A. (2010). Herramienta de Apoyo para el Aprendizaje a Distancia de la Lógica en la Ingeniería Informática. *Revista de Educación a Distancia*. Número especial dedicado a SPDECE. Recuperado el 12 de diciembre de 2012, de <http://www.um.es/ead/red/24/>
- Jaillier, E. (2009). Políticas públicas sobre TIC en el marco de la Sociedad de la Información en Colombia: Una reflexión sobre un tema aún pendiente en la investigación social. *Revista Q, Tecnología, Comunicación y Educación*, 7(13), 1-25.
- Juidías, J. & Rodríguez, I. (2007). Dificultades e intervención psicopedagógica en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de Educación*, 342, 257-286
- Lozano, S. & Barba, C. (2004). Evaluación Didáctica del Software Educativo. *Revista Panamericana de Pedagogía: Saberes y Quehaceres del Pedagogo*, 5(1), 71-80.
- Luna, R. (2002). Análisis del concepto multidimensional de la motivación de logro de Cassidy y Lynn. *Cuadernos de estudios empresariales*. 12, 113-128.
- Maita, M. (2005). El aprendizaje de Funciones Reales con el uso de un Software Educativo: una experiencia didáctica con estudiantes de Educación de la ULA-Táchira. *Acción Pedagógica*, 14 ( 1), 38-49.
- Martínez, R. & Heredia, Y. (2010). Tecnología Educativa en el Salón de Clase. Estudio retrospectivo de su impacto en el desempeño académico de estudiantes universitarios del área de Informática. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15(45) 371-390.
- McAnally-Salas, L., Navarro, M. & Rodríguez, J. (2006). La integración de la tecnología educativa como alternativa para ampliar la cobertura en la educación superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(28), 11-30.

- Menzel, C. & Allen, C. (2001). Daemon Proof Chequer [Software y manual de cómputo]. Recuperado de <http://logic.tamu.edu/>
- Mira, S. & Llorens, F. (2003). ADN Asistente de Deducción Natural [Software y manual de cómputo]. Recuperado de <http://www.dccia.ua.es/logica/ADN/>
- Miratía, O. (2005). *Efecto que tiene en el Desempeño y Rendimiento de Estudiantes Universitarios la Implantación de un Curso de Computación a Distancia Bajo una Metodología Instruccional Basada en Web*. Disertación Doctoral no publicada. Nova Sotheastern University. Miami, USA.
- Montes, J. & Ochoa, S. (2006). Apropriación de las Tecnologías de la Información Y Comunicación en cursos universitarios. *Acta Colombiana de Psicología*, 9( 2), 87-100.
- Monereo, C. (2003). Internet y competencias básicas. *Aula de Innovación Educativa*, 126, 16-20.
- Montero, E., Villalobos, J. & Valverde, A. (2007). Factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos asociados al rendimiento académico en la Universidad de Costa Rica: un análisis multinivel. *Relieve: Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 13(2)
- Morales, P. (2008). *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales*. Madrid, España: Universidad Pontificia Comillas.
- Morales, F. & Vera, M. (2007). Eficiencia de un software educativo para dinamizar la enseñanza del cálculo integral. *Acción Pedagógica*, 16(1) 204-211.
- Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *REICE Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(2), 1-16.
- Nossa, J. (2007). Efectos diferenciales de dos Estrategias Didácticas sobre el aprendizaje en Estudiantes Universitarios. *Revista Suma Psicológica*, 14(2), 289-311.
- Ortega, C. (2002). Tecnología y educación: el software como apoyo al proceso de aprendizaje. *Revista Panamericana de Pedagogía: saberes y quehaceres del pedagogo*, 3, 189-196.
- Ortega y Sierra (2008). Diseño de contenidos digitales bajo la perspectiva de software educativo “Un escenario de Innovación Educativa”. *Telematique: Revista Electrónica de estudios telemáticos*, 7(2), 98-118.

- Paredes, J. & Dias, R. (2012). La motivación del uso de las TIC en la formación del profesorado en educación ambiental. *Revista Ciencia & Educacao*, 18(2), 353-368
- Piaget, J. (1975). *La equilibración de las estructuras operatorias*. Madrid, España: Siglo XXI.
- Planchart, E. (2003). Programa Igualdad de Oportunidades –USB. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, X(2). Recuperado en Noviembre de 2012 en: <http://www.emis.de/journals/BAMV/conten/vol10/eplanPIO.pdf>
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería de Software*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana de España.
- Read, T. & Barcená (2003), E. Los sistemas de enseñanza de inglés para fines específicos basados en el aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia. ISSN 1138-2783*, 6(2), 41-54.
- Rodríguez, A. (2008). Hacia una visión prospectiva de la gerencia y supervisión educativa. *Investigación y postgrado* 23(2), 447-462.
- Rodríguez, S., Fita, S. & Torrado, M. (2004). El rendimiento académico en la transición secundaria-universidad. *Revista de Educación. Temas actuales de enseñanza*, 1(334), 391-414.
- Sánchez, C. (2002). La Escuela, el Fracaso Escolar y la Lectura. *Educere:Revista Venezolana de Educación*,19, 258-266.
- Solano, J., Frutos, L. & Cárceles, G. (2004). Hacia una metodología para el análisis de las trayectorias académicas del alumnado universitario. El caso de las carreras del ciclo largo de la Universidad de Murcia. *Revista Española de Investigaciones*, 105, 271-235.
- Stojanovic, L. (2012). El paradigma constructivista en el diseño de actividades y productos informáticos para ambientes de aprendizaje «on-line». *Revista de Pedagogía*, 23(66),73-98.
- Tejedor, F. & García-Valcárcel (2007) A. Causas del bajo rendimiento del estudiante universitario (en opinión de los profesores y alumnos). Propuestas de mejora en el marco del EEES. *Revista de educación*. 342, 443-473.
- Vaquero, A.(2010). Los comienzos de la Enseñanza Asistida por Computadora. Papel de España. *Revista Iberoamericana de Informática* 1(11), 1-10.

- Velásquez, I. & Sosa, M. (2009). La usabilidad del software educativo como potenciador de nuevas formas de pensamiento. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4).
- Vélez, M. & Roa, N. (2005). Factores Asociados con el Rendimiento Académico en los Estudiantes de Medicina. *PSIC Educación Médica*, 2(8), 1-10
- Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Buenos Aires, Argentina: Grijalbo
- Waldegg, G. (2002). El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *REDIE: Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4(1), 1-23

Anexo A

Plan de estudios de Lógica Computacional vigente desde el año 2008

Asignatura: <b>LÓGICA COMPUTACIONAL</b>				
Vigente desde: Octubre 2008				
Período	Horas semanales			Unidades de crédito
	Teoría	Práctica	Laboratorio	
II	4	0	0	4
Requisitos	Introducción a la Informática Matemática Básica			

**SINOPSIS:**

En esta materia se inicia al estudio de los métodos y principios utilizados para distinguir un buen razonamiento de uno malo, para poder llevar la comprensión y entendimiento al computador.

**OBJETIVOS:**

Estudiar las reglas del razonamiento formal con valores de verdad, mediante un modelo del cálculo proposicional y un modelo del cálculo de predicados.

**CONTENIDO PROGRAMÁTICO:****1 Introducción a la Lógica**

- Definición de lógica: proposiciones, premisas, conclusiones, razonamiento.
- Tipos de Lógica.
- Definición del lenguaje de la lógica: variables proposicionales, conectores lógicos, constantes, signos de puntuación.
- Definición de fórmulas proposicionales.
- Árboles sintácticos o morfológicos.
- Evaluación de conectores lógicos y sus prioridades.

**2 Técnicas Semánticas**

- Tablas de Verdad.
- Arbol semántico. (Método de Quine)
- Demostración por contradicción

**3 Técnicas de demostración**

- Equivalencias lógicas.
- Consecuencia lógica.
- Teoremas o reglas de la lógica.
- Derivaciones.

**4 Resolución Proposicional**

- Simplificación de fórmulas
- Formas normales conjuntivas y disyuntivas por método semántico.
- Formas normales conjuntivas y disyuntivas por método sintáctico.

**5 Cálculo de predicados**

- Definición de lógica de predicados: sujeto ó término, predicado, variable, constante, función, dominio o universo del discurso.
- Cuantificadores: Universal y Existencial.
- Validación de fórmulas dado el dominio y la interpretación.
- Reglas de Inferencia de predicados.
- Reglas de Equivalencia en cálculo de predicados.

## 6 Relaciones

- Pares ordenados. Producto cartesiano.
- Relaciones binarias. Propiedades de las relaciones binarias.
- Matriz de una relación. Digrafos.
- Composición de relaciones. Relaciones inversas.
- Clausuras.
- Relaciones de equivalencias. Clases de equivalencias. Conjunto cociente.
- Teorema fundamental de las relaciones de equivalencias.
- Relaciones de orden.
- Orden parcial. Orden total. Orden estricto.
- Conjunto parcialmente ordenado.
- Cadenas. Diagramas de Hasse.
- Elementos extremos.

## 7 Funciones

- Definición de función. Dominio de definición y recorrido.
- Función inyectiva, sobreyectiva y biyectiva.
- Operaciones con funciones. Composición de funciones.
- Inversión de funciones.
- Función característica. Función parte entera.
- Funciones Permutación

### EVALUACIÓN:

Materia de contenido Acumulativo que se evalúa con exámenes parciales, sin final y con reparación.

### BIBLIOGRAFÍA:

- P. Suppes & S. Hill. Introducción a la Lógica Matemática. Editorial Reverte, S.A. 1988.
- J.R.Castillo. Compendio Elemental de la Lógica Matemática. 3era edición. Editorial Nueva Expresión. 2003.
- O. Nava. "MAT-039 Introducción a la Lógica Matemática.". Segunda Edición. Universidad Simón Bolívar, 1982 R. Pino. "MAT-339 Introducción a la Lógica de Primer Orden". Universidad Simón Bolívar, 1985.E. Piacenza. "Lógica". Universidad Nacional Abierta, 1979.R. Thomanson. "Symbolic Logic. An Introduction."McMillan, 1970.

Anexo B  
Encuesta oficial de la universidad

Escuela Ing. Informática

ENCUESTA OFICIAL

## OPINIÓN DEL ALUMNO SOBRE LA ACTUACIÓN DOCENTE

Este cuestionario le da a Ud. la oportunidad de emitir su opinión respecto de la actuación docente del profesor. Los resultados se le darán al profesor al final del período académico y serán de alto valor tanto para él, como para las autoridades de la Universidad.

**Parte I:** Lea cuidadosamente cada una de las proposiciones, seleccione la posición del continuo de respuesta que mejor refleje su parecer, y luego transcriba su respuesta a la **Planilla de Evaluación de Profesores** (anexa), para ello rellene completamente el círculo que contiene el número que se corresponde con su elección; tenga presente que cada pregunta está identificada con un número correlativo del 1 al 10.

Utilice lápiz de grafito. Por favor, **responda todas las preguntas**. No doble ni maltrate la planilla. Y, de antemano, *gracias por su colaboración*.

**Parte II:** Denominada "Opinión del Desempeño Docente", debe indicar el nombre del profesor y la materia. Usted podrá desarrollar con mayor detalle comentarios a las preguntas dadas.

1	El profesor presenta la materia de forma sistemática y coherente		
	Siempre / Casi-siempre	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Nunca / Casi-nunca
2	El profesor parece dominar los temas de la asignatura		
	Nunca / Casi-nunca	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Siempre / Casi-siempre
3	El profesor facilita la revisión de pruebas, exámenes y trabajos		
	Siempre / Casi-siempre	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Nunca / Casi-nunca
4	El profesor mantiene un trato respetuoso con los estudiantes		
	Nunca / Casi-nunca	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Siempre / Casi-siempre
5	El profesor recomienda bibliografía o materiales que son de ayuda para comprender la asignatura		
	Nunca / Casi-nunca	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Siempre / Casi-siempre
6	El profesor permite que los alumnos participen en clase		
	Siempre / Casi-siempre	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Nunca / Casi-nunca
7	El profesor cumple su horario de clases (llegada y salida)		
	Nunca / Casi-nunca	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Siempre / Casi-siempre
8	En general, considero que el desempeño de este profesor es ...		
	Deficiente	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Excelente
9	La dificultad del contenido de esta asignatura es ...		
	Alta	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Baja
10	En esta asignatura, las calificaciones que he obtenido son ...		
	Inferiores a las que esperaba ①	Iguals a las que esperaba ②	Superiores a las que esperaba ③

Escuela Ing. Informática

ENCUESTA OFICIAL

OPINIÓN DEL DESEMPEÑO DOCENTE

(Parte II)

Nombre del Profesor: \_\_\_\_\_ Asignatura:  
\_\_\_\_\_

Mencione dos características positivas de la docencia de este Profesor:

---

---

---

---

Mencione dos aspectos, que en su opinión debe mejorar en su docencia este Profesor:

---

---

---

---

Indique algunos comentarios generales de la Asignatura:

---

---

---

---

Anexo C

Entrevista a los docentes de la materia Lógica Computacional

## ENTREVISTA LÓGICA COMPUTACIONAL

Se está haciendo un estudio sobre el rendimiento académico de los alumnos de la materia Lógica Computacional. Tu opinión como docente en esta área es muy valiosa., por eso, te solicitamos unos minutos de tu tiempo para que contestes estas ocho preguntas. Agradecemos tu sinceridad y gracias de antemano.

1. Según tu opinión ¿los alumnos de Lógica Computacional obtienen un bajo rendimiento en la materia?
2. Si consideras que hay un bajo rendimiento, detalla al menos tres causas a las que atribuyes este problema
3. ¿Cuál es el contenido de la materia en el que se obtienen peores resultados a nivel de evaluación?
4. ¿Consideras que los alumnos están motivados hacia la materia? Explica.
5. ¿Los alumnos consideran que esta materia es importante para su carrera?
6. ¿Por qué consideras que a los alumnos les cuesta tanto aprender Lógica?
7. ¿Consideras que el uso de un Software Educativo sería de ayuda para enseñar los contenidos?
8. ¿El uso del Software Educativo ayudaría a los alumnos en su proceso de aprendizaje?

Anexo D

Encuesta realizada a los estudiantes antes de la investigación

## ENCUESTA LÓGICA COMPUTACIONAL

### PARTE I. Contesta marcando con una X la respuesta que consideras correcta

Edad	Sexo		¿Repitiente? Si NO				II ¿Cuál es la importancia que le das a la materia?			I2 ¿Cómo es tu motivación hacia la materia?			I3 ¿Cuál es tu expectativa sobre la nota que obtendrás en la materia?			I4. ¿Cómo consideras que es tu capacidad para aprender lógica?		
	M	F	VEZ				BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA
			1	2	3	4												

### PARTE II. Indica con una X el nivel de dificultad de los temas vistos en la materia Lógica Computacional.

1 = Ninguna dificultad, 2 = Baja dificultad, 3 = Mediana dificultad, 4 = Difícil, 5 = Muy difícil

TEMA	NIVEL DE DIFICULTAD				
III MÉTODOS SEMÁNTICOS PARA DETERMINAR VALIDEZ DE FÓRMULAS	1	2	3	4	5
II2 FORMAS NORMALES	1	2	3	4	5
II3 MODELACIÓN	1	2	3	4	5
II4 DERIVACIONES O ARGUMENTACIONES EN LÓGICA PROPOSICIONAL	1	2	3	4	5
II5 DERIVACIONES O ARGUMENTACIONES EN LÓGICA CUANTIFICACIONAL	1	2	3	4	5
II6 CONJUNTOS, RELACIONES Y FUNCIONES	1	2	3	4	5

### PARTE III. Destaca con una X los motivos que consideras que repercuten en el bajo rendimiento de tu aprendizaje según los temas de la materia. Se dejan dos recuadros en blanco intencionalmente para que expreses algunas otras causas que son de mayor interés para ti.

1	MÉTODOS SEMÁNTICOS PARA DETERMINAR VALIDEZ DE FÓRMULAS
2	FORMAS NORMALES
3	MODELACIÓN
4	DERIVACIONES O ARGUMENTACIONES EN LÓGICA PROPOSICIONAL
5	DERIVACIONES O ARGUMENTACIONES EN LÓGICA CUANTIFICACIONAL
6	CONJUNTOS, RELACIONES Y FUNCIONES

MOTIVOS	TEMAS					
	1	2	3	4	5	6
III1 LOS CONTENIDOS SON DICTADOS INAPROPIADAMENTE POR EL DOCENTE						
III2 LA MATERIA NECESITA MUCHA PRÁCTICA Y NO SE DISPONE DE HERRAMIENTAS TIC						
III3 EL CONTENIDO DE LA MATERIA NO ES DE INTERÉS PARA LA CARRERA						
III4 DIFICULTAD PARA COMPRENDER LAS REGLAS DE INFERENCIA						
III5 DIFICULTAD PARA INTERPRETAR LOS ENUNCIADOS DE LOS EJERCICIOS						
III6 DESMOTIVACIÓN EN LA MATERIA						

### PARTE IV. Marca con una X:

PREGUNTA	SI	NO
IV1 ¿Consideras que la materia Lógica Computacional es de vital importancia para la carrera?		
IV2 ¿Conoces y usas Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)?		
IV2 ¿Consideras que el uso de un Software Educativo te ayudaría en tu aprendizaje de la materia?		
IV4 ¿Estás familiarizado con el uso de computadoras?		
IV5 ¿Dispones y usas un computador en tu hogar?		

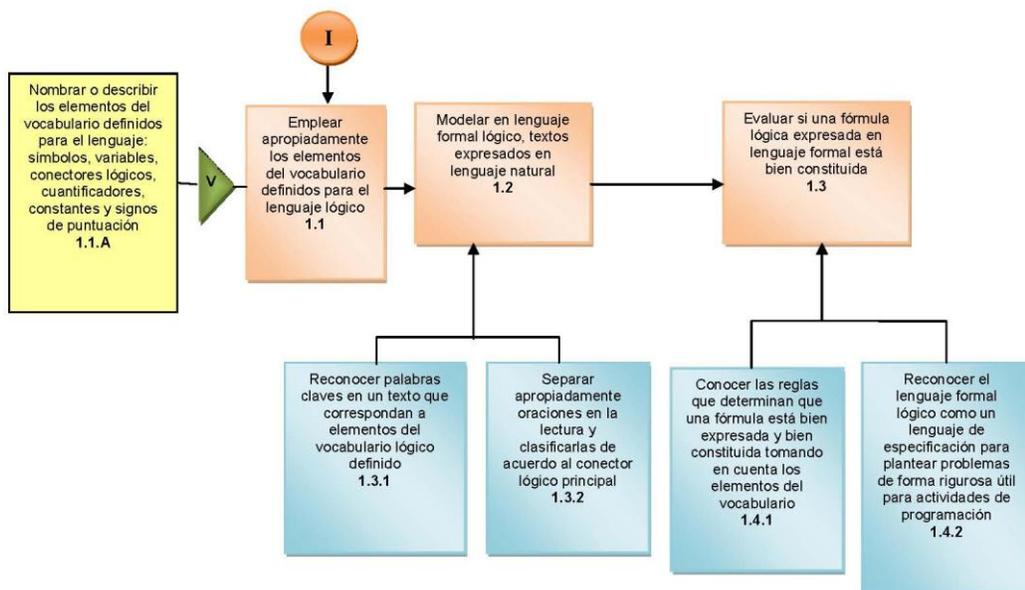
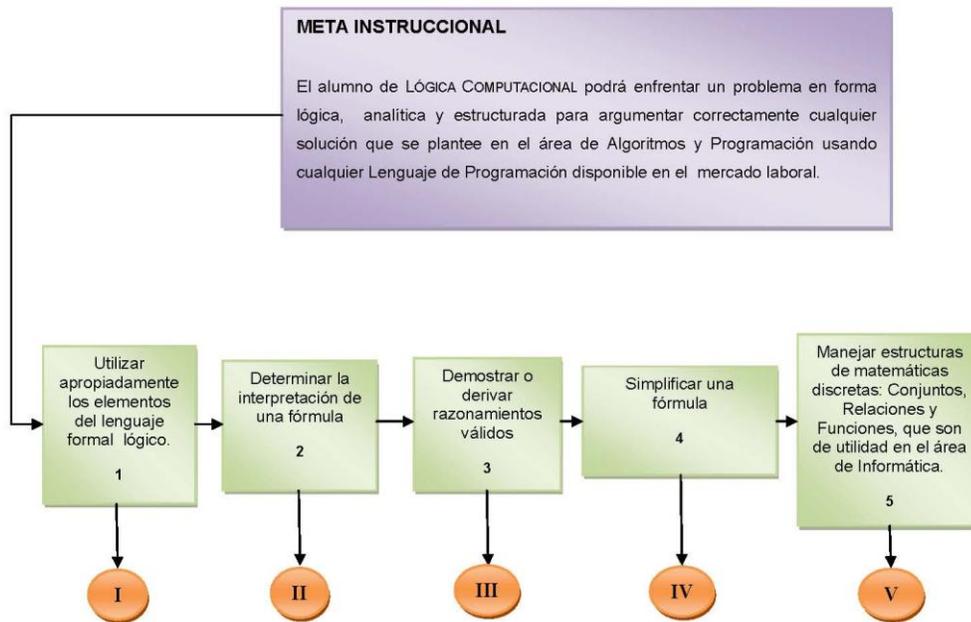
Anexo E

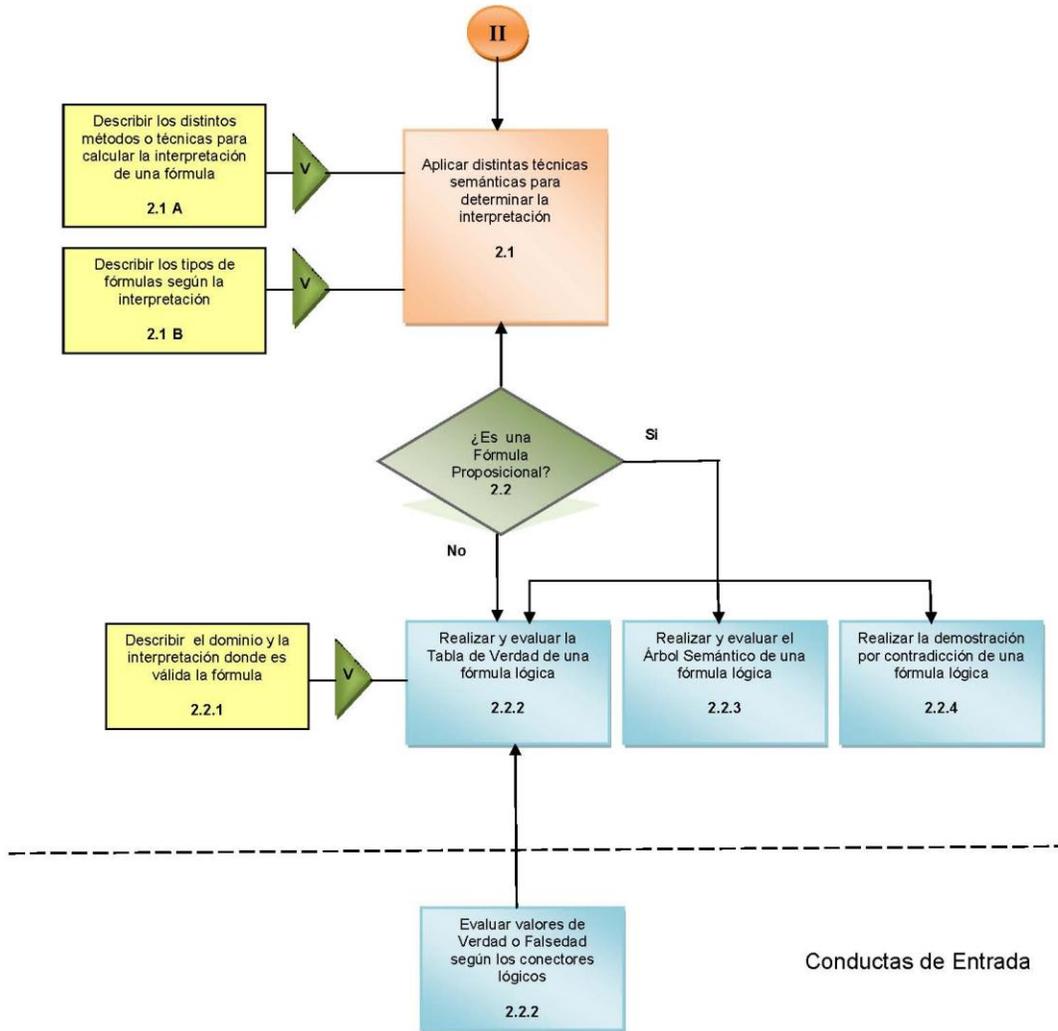
Diseño Instruccional de la materia Lógica Computacional

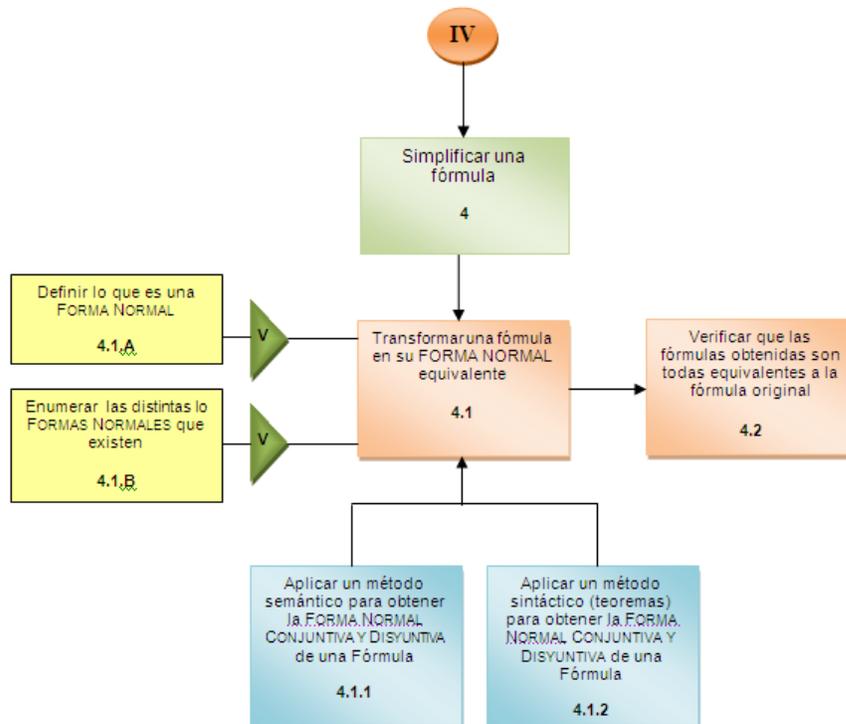
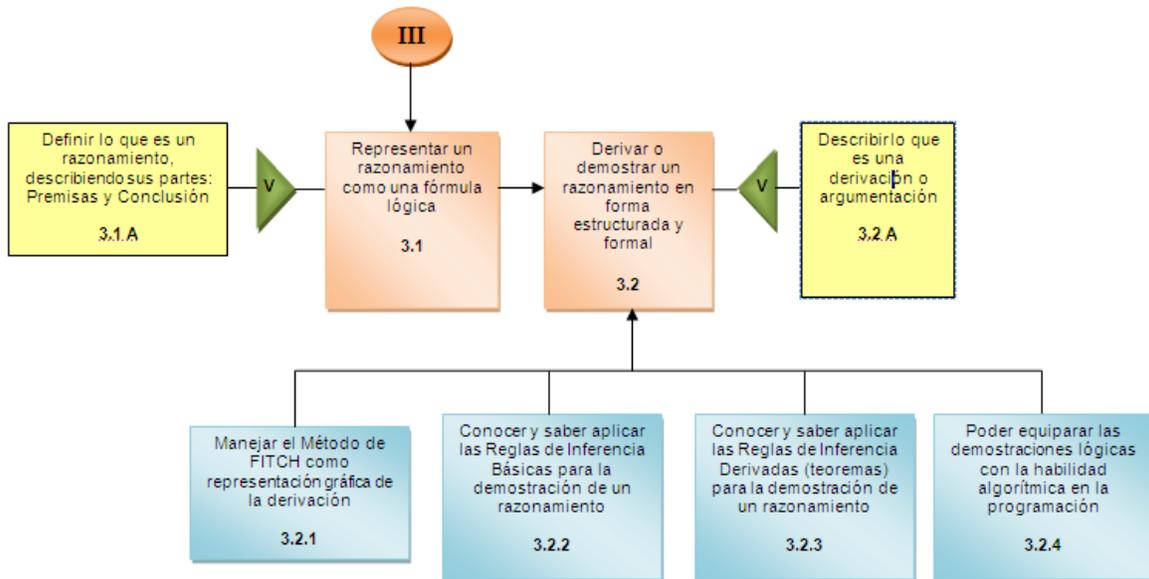
La diagramación del proceso de instrucción de la meta instruccional de la materia Lógica Computacional, se realiza mediante un Análisis Jerárquico (en forma de árbol) (Dick Carey, 2001). Se decidió resaltar cada cuadro del diagrama con distinto color según lo que representa: paso, subpaso, habilidad, etc. Es importante destacar algunas pautas que se tomaron en cuenta para la realización del gráfico:

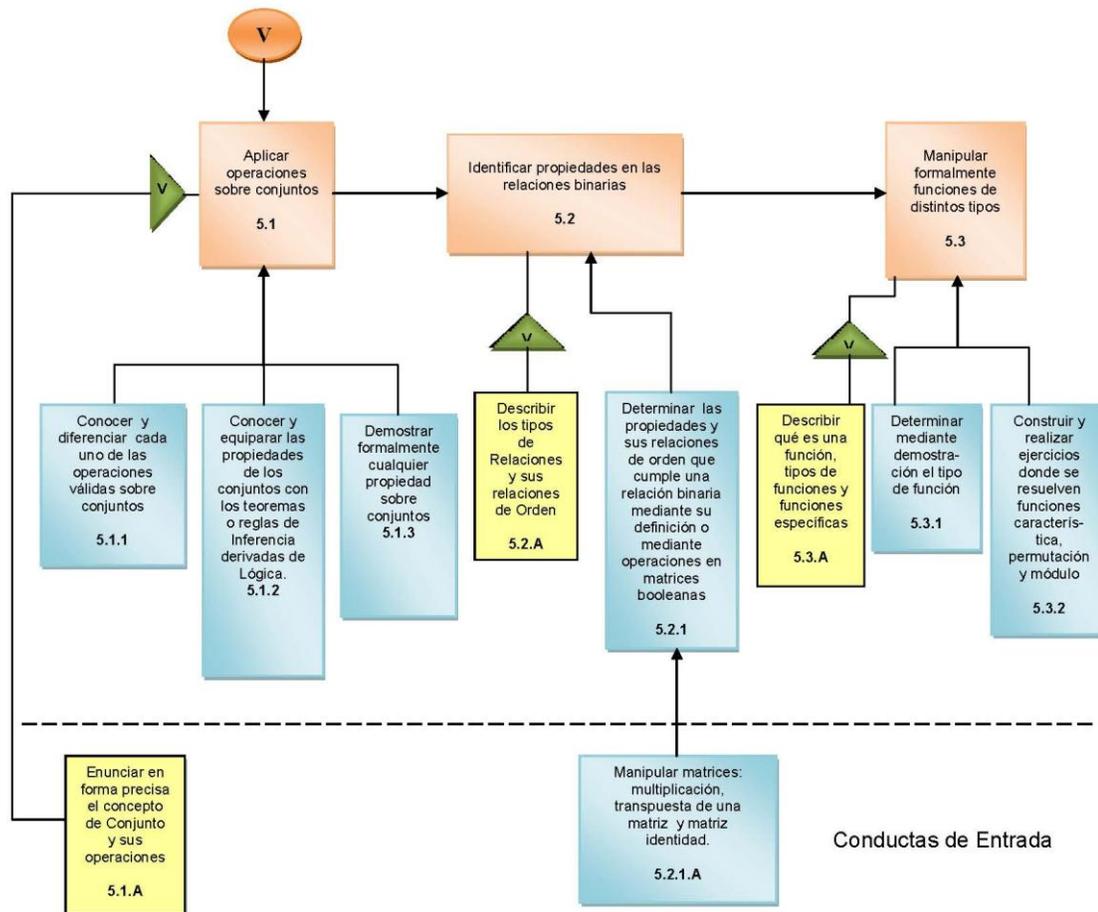
- La meta instruccional se coloca arriba como raíz del árbol. Las flechas en el árbol indican que el flujo de habilidades es ascendente hacia la meta. Se eligió el color *violeta* para este cuadro.
- Los pasos principales están numerados de izquierda a derecha y van conectados en secuencia (flechas). Pueden verse los cuadros de color *verde*.
- Los subpasos van debajo del paso al que corresponden. Se numeran siguiendo la secuencia jerárquica del paso, de izquierda a derecha y se conectan mediante flechas. Los subpasos se visualizan color *naranja*.
- Las habilidades intelectuales subordinadas están enumerados de abajo hacia arriba. Se ven en el diagrama con color *azul*.
- Las habilidades relacionadas con información verbal se colocan junto a la habilidad intelectual que complementan, uniéndolas con un triángulo en forma de flecha con la letra **V** en su interior (color verde). Las habilidades de información verbal se destacan en color *amarillo*.
- Las habilidades mínimas que el aprendiz ya maneja antes de empezar la instrucción (conocimientos previos), se muestran en el diagrama separándolas por una línea punteada de las habilidades que deben enseñarse y se colocan al final del diagrama (CONDUCTAS DE ENTRADA).

Para finalizar, por motivos de espacio, se separan las habilidades de cada paso principal en gráficos distintos, usando un conector: un círculo con el número romano correspondiente a la numeración del paso. Estos diagramas se muestran a continuación.









En el modelo Dick y Carey (2001), cada paso, subpaso y habilidad descritas en el análisis instruccional constituyen la base para la elaboración de un objetivo. Se escribe un objetivo por cada paso y uno por cada subpaso o cada grupo de subpasos y subhabilidades.

A continuación se detallan una lista de objetivos que fueron escritos basados en el análisis de instrucción. Como el análisis realizado consta de cinco pasos, se decidió tomar solo el paso 3, ya que éste incluye los contenidos de Lógica Computacional que son considerados por los alumnos de mayor complejidad y donde se han obtenido los más bajos resultados de desempeño. Adicionalmente, son los contenidos desarrollados en el software educativo de este estudio.

Se presentó anteriormente el diagrama jerárquico correspondiente al paso y luego una tabla donde en la primera columna se coloca el número que identifica el paso en el diagrama (paso, subpaso o subhabilidad subordinada), en la segunda se escribe este paso y en la tercera columna se escribe el objetivo correspondiente.

Paso	Descripción	Objetivo
3	Demostrar o derivar razonamientos válidos	Dado un razonamiento válido, demostrar formalmente el razonamiento, obteniendo la conclusión a partir de las premisas.
3.1.A	Definir lo que es un razonamiento describiendo sus partes: Premisas y Conclusión	Dado un razonamiento, definirlo y listar cada una de sus partes: Premisas y Conclusión
3.1	Representar un razonamiento como una fórmula lógica	Dado un conjunto de premisas y su conclusión correspondiente, diferenciar las premisas de la conclusión y representar el razonamiento como una fórmula lógica bien constituida
3.2.A	Describir lo que es una derivación o argumentación	Definir lo que es una derivación o argumentación y listar todos los elementos de una demostración válida para cualquier fórmula que sea un razonamiento.
3.2	Derivar o demostrar un razonamiento en forma estructurada y formal	Dado un razonamiento válido, demostrarlo formalmente y de manera estructurada, usando el método de FITCH para su representación gráfica y aplicando en forma correcta y estricta las reglas lógicas de inferencia básicas y derivadas (teoremas). Solo es válida la demostración si se aplican correctamente las reglas de inferencia sobre las premisas y se llega finalmente a la conclusión deseada.
3.2.1	Manejar el método de FITCH como representación gráfica de la derivación	
3.2.2	Conocer y saber aplicar las Reglas de Inferencia Básicas para la demostración de un razonamiento.	
3.2.3	Conocer y saber aplicar las Reglas de Inferencia Derivadas (teoremas) para la demostración de un razonamiento.	
3.2.4	Poder equiparar las demostraciones lógicas con la habilidad algorítmica en la programación	Dada una derivación realizada formalmente con el método FITCH, determinar las distintas partes de la demostración comparándolas con las habilidades algorítmicas de la programación a las que corresponden.

## .INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y ESTRATEGIAS DE INSTRUCCIÓN

Una vez descritos los objetivos, es necesario definir **instrumentos de evaluación** que ayuden a determinar si los estudiantes lograron o no estos objetivos. Adicionalmente, hay que planificar la organización del contenido a impartir y la forma de entregar este contenido, definiendo **estrategias de instrucción** para el logro exitoso del aprendizaje en los alumnos.

Para el caso de estudio, se evaluaron los instrumentos de evaluación y las estrategias de instrucción adecuadas para los objetivos descritos para el paso 3 del análisis instruccional.

### INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

A continuación se identificarán por objetivo, los instrumentos de evaluación seleccionados y su justificación para la materia LÓGICA COMPUTACIONAL.

OBJETIVO	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
Dado un razonamiento válido, demostrar formalmente el razonamiento, obteniendo la conclusión a partir de las premisas.	➤ Solución de Problemas (pruebas escritas)
Dado un razonamiento, definirlo y listar cada una de sus partes: Premisas y Conclusión	➤ Pruebas escritas usando: - Respuestas cortas - Selección Múltiple - Texto Incompleto
Dado un conjunto de premisas y su conclusión correspondiente, diferenciar las premisas de la conclusión y representar el razonamiento como una fórmula lógica bien constituida	➤ Pruebas escritas usando: - Respuestas cortas - Selección Múltiple ➤ Debate ➤ Proyecto
Definir lo que es una derivación o argumentación y listar todos los elementos de una demostración válida para cualquier fórmula que sea un razonamiento.	➤ Pruebas escritas usando: - Respuestas Cortas - Verdadero o Falso - Selección Múltiple
Dado un razonamiento válido, demostrarlo formalmente y de manera estructurada, usando el método de FITCH para su representación gráfica y aplicando en forma correcta y estricta las reglas lógicas de inferencia básicas y derivadas (teoremas). Solo es válida la demostración si se aplican correctamente las reglas de inferencia sobre las premisas y se llega finalmente a la conclusión deseada.	➤ Pruebas escritas usando: - Solución de problemas - Respuestas Cortas ➤ Portafolio
Dada una derivación realizada formalmente con el método FITCH, determinar las distintas partes de la demostración comparándolas con las habilidades algorítmicas de la programación a las que corresponden.	➤ Trabajo de Investigación ➤ Ensayo

## ESTRATEGIAS DE INSTRUCCIÓN

El criterio de evaluación al que se hace referencia en la redacción de los objetivos, está estrechamente relacionado con las estrategias de enseñanza que el docente debe utilizar. El criterio de evaluación permite a los que enseñan, determinar si el estudiante ha logrado o no los objetivos y si no se han logrado, permite también ajustar las estrategias de instrucción que se están utilizando.

En el ámbito educativo, tanto docentes como estudiantes persiguen un mismo objetivo: el aprendizaje. El docente debe abordar adecuadamente la enseñanza para lograr que el estudiante aprenda (**estrategias de enseñanza**), y, por otro lado, el estudiante debe aprender, y, para ello, debe seguir unos apropiados lineamientos de acción (**estrategias de aprendizaje**). Estas estrategias no son recetas preestablecidas que obtienen resultados satisfactorios, son, más bien, una guía sobre las actividades o procedimientos a seguir que se consideran convenientes para lograr la meta. La elección de las estrategias depende de muchos factores, entre ellos, los contenidos y el contexto educativo. De esto, dependerá, la dinámica que el docente establezca en clase.

La materia LÓGICA COMPUTACIONAL dictada en la Escuela de Informática de la UCAB analizada en este trabajo, constituye una materia muy particular en la carrera, ya que tiene un contenido teórico-práctico esencial para iniciar al estudiante en el mundo de la Informática. El mecanismo de deducción natural que se aprende con la LÓGICA COMPUTACIONAL es esencial porque es una “forma de programación”. El estudiante necesita desarrollar esta competencia algorítmica para lograr el desempeño deseado en las materias que le siguen en el Pensum. Sin embargo, uno de los principales problemas que enfrentan los profesores es la actitud de rechazo por parte de los alumnos. Esto se debe a que el 70% del alumnado es repitente, como ya se destacó en el análisis del aprendiz y su contexto desarrollado en trabajos previos. La mayor parte de la audiencia presenta un alto grado de frustración y desmotivación, por lo que es necesario tomar en cuenta esto para la escogencia de las estrategias instruccionales que se usarán en la materia.

En líneas generales, con el objetivo que el estudiante asuma un papel activo en su proceso de aprendizaje se aplicarán las siguientes estrategias:

- ✓ Se presentarán en forma clara los distintos objetivos que se pretende cubrir en la materia. Al inicio de cada tema se presentarán situaciones para que los estudiantes activen los conocimientos previos necesarios que están estrechamente relacionados con el tema en cuestión. Dependiendo del contenido a enseñar, se utilizarán diversos recursos: preguntas previas que faciliten la introducción, textos de lectura, recortes de periódicos para ubicar razonamientos, etc.
- ✓ Orientar al alumno sobre los contenidos que se van a enseñar y las estrategias más adecuadas para abordar estos contenidos y así lograr un aprendizaje más eficaz. Se les sugiere el uso de la herramienta MÓDULO 7 que dispone la UCAB como plataforma educativa, en clase se les enseña cómo usarla. En esta plataforma el estudiante encontrará el Cronograma de Actividades y Evaluaciones del semestre, así como también las condiciones y criterios de aprobación y algunas consideraciones y normas que se tomarán en cuenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje. También encontrará una variedad de guías teóricas y prácticas y una guía de secuenciación del uso de éstas. Se detalla además, la bibliografía recomendada.
- ✓ Por ser una materia más práctica que teórica, se debe guiar al alumno para motivarlo hacia la ejercitación diaria. Para ello se dispondrá de un Software Educativo que sirve para reforzar tanto la parte teórica (tutorial) como la parte práctica mediante la formulación de problemas. El módulo práctico de este Software consta de un lote de ejercicios que el profesor proporciona y que va enriqueciendo en el transcurso del semestre. Consta también de un lote de exámenes modelo, con lo cual el alumno tiene la posibilidad de autoevaluarse. Adicionalmente, el profesor puede consultar los resultados obtenidos por cada alumno y reforzar aquellos tópicos que necesitan más atención.
- ✓ El profesor planificará actividades y talleres en grupos para propiciar el aprendizaje cooperativo. El trabajo en equipo es muy importante para las materias siguientes en el Pensum y constituye un factor importante en el éxito profesional futuro de un egresado como Ingeniero Informático.

A continuación se indican y se justifican las estrategias instruccionales seleccionadas por cada objetivo de comportamiento del paso 3 del Análisis Instruccional. Se asume que el profesor hace una presentación de objetivos a cubrir siempre antes de comenzar la clase para ubicar a los estudiantes en contexto y mantener su atención. Adicionalmente, por tema, el profesor recomienda material de consulta y bibliografía que pueden conseguir en distintos medios: biblioteca, buscadores de internet (GOOGLE) o en la plataforma de aula virtual que provee la universidad (MÓDULO 7). Por cada contenido cubierto, el profesor al final de la clase da las recomendaciones necesarias sobre el uso del Software Educativo que dispone la UCAB para reforzar lo visto en teoría y llevarlo a la práctica.

OBJETIVO	ESTRATEGIA INSTRUCCIONAL
Dado un razonamiento válido, demostrar formalmente el razonamiento, obteniendo la conclusión a partir de las premisas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presentación</li> <li>➤ Activación (formulación de preguntas, metáforas)</li> <li>➤ Representación (fórmulas)</li> </ul>
Dado un razonamiento, definirlo y listar cada una de sus partes: Premisas y Conclusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presentación</li> <li>➤ Activación (formulación de preguntas, indicación de pistas)</li> </ul>
Dado un conjunto de premisas y su conclusión correspondiente, diferenciar las premisas de la conclusión y representar el razonamiento como una fórmula lógica bien constituida	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Activación (formulación de preguntas, subrayado, objetivos)</li> <li>➤ Representación (fórmulas)</li> <li>➤ Organización</li> </ul>
Definir lo que es una derivación o argumentación y listar todos los elementos de una demostración válida para cualquier fórmula que sea un razonamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Activación (formulación de preguntas)</li> <li>➤ Diseño o preparación de la actividad de enseñanza</li> </ul>
Dado un razonamiento válido, demostrarlo formalmente y de manera estructurada, usando el método de FITCH para su representación gráfica y aplicando en forma correcta y estricta las reglas lógicas de inferencia básicas y derivadas (teoremas). Solo es válida la demostración si se aplican correctamente las reglas de inferencia sobre las premisas y se llega finalmente a la conclusión deseada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presentación (autoadaptativa)</li> <li>➤ Activación (formulación de preguntas)</li> <li>➤ Representación (método gráfico FITCH)</li> <li>➤ Diseño o preparación de la actividad de enseñanza</li> </ul>
Dada una derivación realizada formalmente con el método FITCH, determinar las distintas partes de la demostración comparándolas con las habilidades algorítmicas de la programación a las que corresponden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Activación (incógnitas para investigar)</li> <li>➤ Diseño (lineamientos para la investigación)</li> </ul>

Anexo F  
Muestrario de pantallas del Software Educativo

## Métodos Semánticos



INICIO | **TEORÍA** | EJERCICIOS | EXAMEN | PRÁCTICA | USUARIO

Parte Semántica  
Parte Sintáctica  
Ejercicios Realizados  
Cambiar Dificultad  
Ingresar Fórmula

para [Cerrar Sesión](#)

## Ejercicios

En esta sección se pueden ejercitar los diferentes temas de la asignatura "Lógica Computacional" y cambiar la dificultad de los ejercicios que pone el sistema.

En la parte Semántica se incluyen tópicos, tales como:

- Tablas de Verdad
- Árboles Semánticos
- Demostraciones por Contradicción
- Formas Normales (Conjuntiva y Disjuntiva)

Y en la parte Sintáctica se incluye el tema de Derivaciones o Argumentaciones

Además, se pueden ver los historiales de los ejercicios realizados y también ingresar ejercicios mediante el comando del menú izquierdo "Ingresar Fórmula".



INICIO | **TEORÍA** | EJERCICIOS | EXAMEN | PRÁCTICA | USUARIO

Parte Semántica  
Parte Sintáctica  
Ejercicios Realizados  
Cambiar Dificultad  
Ingresar Fórmula

para [Cerrar Sesión](#)

## Ejercicios - Parte Semántica

**Evaluar una fórmula utilizando un árbol binario, cuyas ramas representan los valores de las variables con las que se alcanza una interpretación definitiva.**

**Ver Ayuda**

- 1- En la parte inferior de la pantalla se dibuja el árbol semántico propuesto
- 2- Elija una de las siguientes opciones de acuerdo a lo que considere:
  - 2a- Ir a próxima variable: para evaluar la próxima variable
  - 2b- Dar Valor Verdadero a la fórmula: para dar valor de verdadero a la rama actual y seguir con la evaluación de la siguiente rama
  - 2c- Dar Valor Falso a la fórmula: para dar valor de falso a la rama actual y seguir con la evaluación de la siguiente rama
- 3- Presione el botón Siguiente

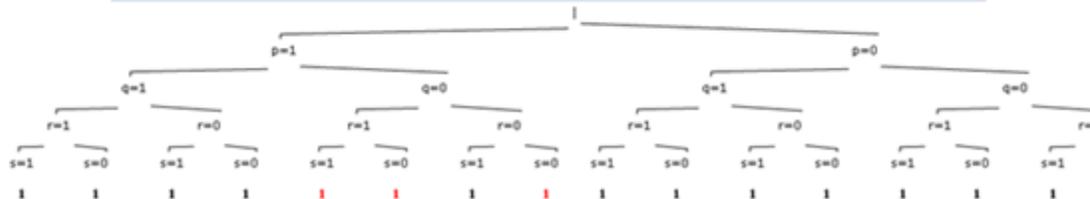


Solución del Ejercicio:

Las equivocaciones se muestran en la parte de abajo resaltadas en rojo

Te recomendamos que revise la teoría de Árboles Semánticos ([Haga click aquí](#))

[Realizar Otro Ejercicio](#)



INICIO TEORÍA EJERCICIOS EXAMEN PRÁCTICA USUARIO

para Cerrar Sesión

Parte Semántica

Parte Sintáctica

Ejercicios Realizados

Cambiar Dificultad

Ingresar Fórmula

## Ejercicios - Parte Semántica

Ejercicio	Tema	Resultado
$((p \rightarrow q) \wedge (r \wedge s))$	Árboles Semánticos	Incorrecto

Solución del Ejercicio:

Las equivocaciones se muestran en la parte de abajo resaltadas en rojo

Te recomendamos que revise la teoría de Árboles Semánticos ([Haga click aquí](#))

[Realizar Otro Ejercicio](#)

## Métodos Sintácticos

INICIO TEORÍA EJERCICIOS EXAMEN PRÁCTICA USUARIO

Parte Semántica  
Parte Sintáctica  
Ejercicios Realizados  
Cambiar Dificultad  
Ingresar Fórmula

mara [Cerrar Sesión](#)

### Ejercicios - Parte Sintáctica (Derivaciones)

[Ver Ayuda](#)

	Tesis	Hipótesis
<input type="radio"/>	$(p \rightarrow s)$	$p \rightarrow q$ $q \rightarrow s$
<input checked="" type="radio"/>	$(p \rightarrow (\neg s \vee \neg r))$	$(p \rightarrow (\neg \vee q))$ $(s \rightarrow t)$ $(\neg q \rightarrow \neg p)$ $((\neg p \vee r) \rightarrow (\neg s \vee \neg q))$

[Realizar](#)

[Ver Ayuda](#)

[Ver Manual de Reglas](#)  
[Ver Reglas de Inferencia](#)  
[Ver Teoremas](#)

Tema: Derivaciones.

Ejercicio: Realice la siguiente derivación.

Reglas Básicas

Teoremas Básicos

1	$(p \rightarrow (\neg \vee q))$	H
2	$(s \rightarrow t)$	H
3	$(\neg q \rightarrow \neg p)$	H
4	$((\neg p \vee r) \rightarrow (\neg s \vee \neg q))$	H
<hr/>		
5	$p$	H
6	$(\neg \vee q)$	E1,5
7	$\neg (\neg s \vee \neg r)$	H
8	$(s \wedge t)$	DeM7
9	$s$	EC8
10	$t$	EC8
11	$(\neg \vee p)$	ID10
12	$(\neg p \vee r)$	CD11
13	$(\neg s \vee \neg q)$	E14,12
14	$\neg q$	MTP13,9
15	$\neg p$	E13,14

Ejercicio: Realice la siguiente derivación.

Reglas Básicas:  ▼

Teoremas Básicos:  ▼

**Asumir Hipótesis**

Ingresar Hipótesis:

[Habilitar Teclado Virtual](#) [Ocultar](#)

variables	conectores
<input type="button" value="p"/>	<input type="button" value="¬"/>
<input type="button" value="q"/>	<input type="button" value="∨"/>
<input type="button" value="r"/>	<input type="button" value="∧"/>
<input type="button" value="s"/>	<input type="button" value="→"/>
<input type="button" value="t"/>	<input type="button" value="↔"/>
<input type="button" value="u"/>	
paréntesis	<input type="button" value="Limpiar"/>
<input type="button" value("(""=""/>	<input type="button" value(")"=""/>

1	(p → (r ∨ q))	H
2	(¬¬s)	H

http://127.0.0.1/frontend\_dev.php/ejercicios/manualreglas

## MANUAL DE AYUDA

### ASUMIR HIPÓTESIS

Sirve para abrir subderivaciones asumiendo hipótesis

- Utilizar la regla de inferencia "Asumir Hipótesis"
- En la línea "Ingresar Hipótesis" se debe introducir la fórmula que se desea asumir

### CERRAR SUBDERIVACIÓN

Sirve para cerrar la subderivación abierta cuando se haya llegado a lo que se desea. Luego de cerrar una subderivación el sistema sólo permitirá utilizar las reglas de inferencia "Introducción de la Negación", "Eliminación de la Disyunción", "Introducción de la Implicación" ó "Asumir Hipótesis"

### ELIMINACIÓN DE LA CONJUNCIÓN

- En los parámetros que se piden:

- Introducir la línea de la conjunción
- Si se selecciona "Me quedo con el Primer Conjuntor", la regla traerá el conjuntor de la izquierda. Ejemplo:  $(p \wedge q) \vdash p$
  - Si se selecciona "Me quedo con el Segundo Conjuntor", la regla traerá el conjuntor de la derecha. Ejemplo:  $(p \wedge q) \vdash q$

### ELIMINACIÓN DE LA DISYUNCIÓN

- Tener una disyunción en la derivación. Ejemplo:  $(p \vee q)$
- Asumir como hipótesis el primer disyuntor (en este caso asumir p)
- Llenar a la conclusión deseada

http://127.0.0.1/frontend\_dev.php/ejercicios/reglas

## REGLAS DE INFERENCIA BÁSICAS

### CÁLCULO DE CONECTORES

#### REGLAS DE INTRODUCCIÓN

**Implicación**

**II m,n (ID)**

$$\begin{array}{l} \vdots \\ m \mid \begin{array}{l} A \\ \hline B \end{array} \\ \vdots \\ n \mid \\ \vdots \\ p \mid (A \rightarrow B) \quad \text{II m-n} \end{array}$$

**IC m,n (Prod)**

$$\begin{array}{l} \vdots \\ m \mid A \\ \vdots \\ n \mid B \\ \vdots \\ p \mid (A \wedge B) \quad \text{IC m-n} \end{array}$$

**ID m (Ad)**

$$\begin{array}{l} \vdots \\ m \mid A \\ \vdots \\ n \mid (A \vee B) \quad \text{ID m} \end{array} \quad \begin{array}{l} \vdots \\ m \mid B \\ \vdots \\ n \mid (A \vee B) \quad \text{ID m} \end{array}$$

#### REGLAS DE ELIMINACIÓN

**Implicación**

**EI m,n (MP)**

$$\begin{array}{l} \vdots \\ m \mid (A \rightarrow B) \\ \vdots \\ n \mid A \\ \vdots \\ p \mid B \quad \text{EI m,n} \end{array} \quad \begin{array}{l} \vdots \\ m \mid A \\ \vdots \\ n \mid (A \rightarrow B) \\ \vdots \\ p \mid B \quad \text{EI m,n} \end{array}$$

**Conjuntor**

**EC m (Simp)**

$$\begin{array}{l} \vdots \\ m \mid (A \wedge B) \\ \vdots \\ n \mid A \quad \text{EC m} \\ \vdots \end{array} \quad \begin{array}{l} \vdots \\ m \mid (A \wedge B) \\ \vdots \\ n \mid B \quad \text{EC m} \\ \vdots \end{array}$$

**Disyuntor**

**ED m,n-n',p-p' (Cas)**

$$\begin{array}{l} m \mid (A \vee B) \\ n \mid A \\ \vdots \\ n' \mid C \\ p \mid B \\ \vdots \\ p' \mid C \\ \vdots \end{array}$$

Tema: Derivaciones.

Ejercicio: Realice la siguiente derivación.

Regla Inválida: Introducción de la Implicación  
- La línea 1 correspondiente al consecuente debe ser la conclusión de la subderivación

Reglas Básicas:

Teoremas Básicos:

#### Eliminación de la Implicación

Línea de la Implicación:

Línea del Antecedente:

1	(p → (r ∨ q))	H
2	(s → r)	H
3	(¬ q → ¬ p)	H
4	((¬ p ∨ r) → (¬ s ∨ ¬ q))	H
5	p	H

## Autorización de Alumnos



### Lógica

Esta página está dedicada al estudio de la asignatura LÓGICA COMPUTACIONAL de la Universidad Católica Andrés Bello de la Escuela de Ingeniería Informática, contando con tutoriales interactivos, exámenes y ejercicios en línea en lo que se refiere a lógica proposicional.

Los temas que se tratan en este espacio son modelación, tablas de verdad, árboles semánticos, demostraciones por contradicción, formas normales conjuntivas y disyuntivas y derivaciones.

#### Usuarios Registrados

Usuario:

Clave:

[¿Olvidó su contraseña?](#)

### Registrar

[Inicio](#)

#### Formulario de Registro

-Para acceder al sistema rellena el siguiente formulario (todos los campos son obligatorios para registrarse).

Nombre	<input type="text" value="Pedro"/>
Apellido	<input type="text" value="Mucci"/>
Cédula	<input type="text" value="24325820"/>
Correo Electrónico	<input type="text" value="muccip@gmail.com"/>
Usuario	<input type="text" value="Pedro"/>
Clave	<input type="password" value="*****"/>
Repita clave	<input type="password" value="*****"/>
Term	<input type="text" value="201321"/> ▼
Sección	<input type="text" value="001"/> ▼
Regente	<input checked="" type="checkbox"/>



### Registrar

[Inicio](#)

**Registro exitoso**

- El profesor administrador del term y la sección deberá confirmar su suscripción para poder acceder.
- Cuando sea confirmada su suscripción le será enviado un correo electrónico de aceptación

INICIO FÓRMULAS LÓGICAS EXÁMENES ESTADÍSTICAS USUARIO

Cerrar Sesión gvlla Cerrar Sesión

## Lógica

Bienenido GLORIA ✔ No hay suscripciones pendientes



INICIO FÓRMULAS LÓGICAS EXÁMENES ESTADÍSTICAS USUARIO

Datos de Usuario gvlla Cerrar Sesión

Cambiar Clave  
Cambiar Datos

## Usuario - Gestionar Nuevas Suscripciones

[Ver Ayuda](#)

Notación  
Configurar Notación

<input type="checkbox"/>	Fecha Suscripción	Term	Sección	Nombre	Cédula
<input checked="" type="checkbox"/>	22/03/2013	201321	001	Maribel Santana	11229003
<input checked="" type="checkbox"/>	22/03/2013	201321	001	Pedro Mucci	24325920

[Dar Acceso](#) [Rechazar](#)

Secciones  
Crear Sección  
Eliminar Cuenta Alumno  
Eliminar Sección  
Nuevas Suscripciones  
Ver Alumnos en sección

INICIO FÓRMULAS LÓGICAS EXÁMENES ESTADÍSTICAS USUARIO

Datos de Usuario gvlla Cerrar Sesión

Cambiar Clave  
Cambiar Datos

## Usuario - Gestionar Nuevas Suscripciones

**Suscripción exitosa**

La(s) cuenta(s) de los alumnos han sido registradas exitosamente al sistema, los alumnos suscritos ya pueden acceder al sistema y se les enviará brevemente un correo electrónico de bienvenida.

Secciones  
Crear Sección  
Eliminar Cuenta Alumno  
Eliminar Sección  
Nuevas Suscripciones  
Ver Alumnos en sección

Módulo de Teoría

INICIO | **TEORÍA** | EJERCICIOS | EXAMEN | PRÁCTICA | USUARIO

Cerrar Sesión Pedro Carrar Sesión

**Lógica**

Bienvenido!



Dem. por Contradicción  
Formas Normales  
Derivación

Representar un texto como una fórmula en el lenguaje de Lógica Proposicional

**Modelación**

**¿Qué es la lógica proposicional?**

Es la más antigua y simple de las formas de lógica. Pretende estudiar los enunciados o proposiciones que son los elementos básicos de transmisión de conocimiento humano.

siguiente

Dem. por Contradicción  
Formas Normales  
Derivación

premisas, mediante la aplicación de reglas de inferencias lógicas

**Derivaciones**

**¿Qué es una derivación?**

La derivación se efectúa colocando en columna, una debajo de otra, las premisas correspondientes a los supuestos iniciales y procediendo, en ese mismo orden, a extraer mediante inferencias inmediatas o por introducción de supuestos provisionales nuevas líneas de derivación con vistas al establecimiento de la conclusión, que será el último paso.

anterior

Dem. por Contradicción  
Formas Normales  
Derivación

premisas, mediante la aplicación de reglas de inferencias lógicas

**Derivaciones**

**Reglas de Inferencia Básicas**

2. Reglas de Deducción natural de conectores o reglas de Gentzen:

2.4. Eliminación de la Disyunción (ED n, p-p', q-q')

n	A ∨ B	
p	A	H
	...	
p'	C	
q	B	H
	...	
q'	C	
t	C	ED n, p-p', q-q'

siguiente

Dem. por Contradicción  
Formas Normales  
Derivación

premisas, mediante la aplicación de reglas de inferencias lógicas

**Derivaciones**

**Reglas de Inferencia Básicas**

2. Reglas de Deducción natural de conectores o reglas de Gentzen:

2.5. Introducción de la Implicación o Teorema de la Deducción (II p-p')

Importante: Esto no se puede aplicar de la siguiente forma:

<del> <table border="0"> <tr><td>  A</td><td></td></tr> <tr><td>  B</td><td></td></tr> <tr><td>  A → B</td><td></td></tr> </table> </del>	A		B		A → B		<del> <table border="0"> <tr><td>  A</td><td></td></tr> <tr><td>  B</td><td></td></tr> <tr><td>  A → B</td><td></td></tr> </table> </del>	A		B		A → B	
A													
B													
A → B													
A													
B													
A → B													

anterior

Dem. por Contradicción  
Formas Normales  
Derivación

premisas, mediante la aplicación de reglas de inferencias lógicas

**Derivaciones**

**Reglas de Inferencia Básicas**

Ejemplo: realizar la siguiente derivación:

$p \rightarrow q, q \rightarrow r \vdash p \rightarrow r$

1	p → q	H
2	q → r	H
3	p	H
4	p → q	C1
5	q	EI 4,3
6	r	EI 2,5
7	p → r	II 3-6

anterior

Anexo G

Examen realizado al final del estudio y su instrumento de evaluación

PRIMER PARCIAL DEPARTAMENTAL  
LÓGICA COMPUTACIONAL  
Semestre Octubre 2012

Nombre completo: \_\_\_\_\_ Cédula: \_\_\_\_\_

- 1) Identifica las reglas de inferencia básicas o teoremas que se están aplicando en la siguiente derivación. Es necesario que identifiques la regla en el lado derecho de la fórmula. Puedes colocar el nombre completo o usar solamente las siglas que identifican la regla o teorema. Adicionalmente, coloca las líneas utilizadas para aplicar el teorema. Valor: 4 puntos

		<u>Regla o Teorema</u>
1	$p \rightarrow ((q \vee \neg r) \wedge s)$	
2	$t \rightarrow (\neg q \wedge \neg s)$	
3	$(q \wedge \neg t) \rightarrow (u \wedge w)$	
4	w	
5	p ∧ r	
6	p	
7	r	
8	$(q \vee \neg r) \wedge s$	
9	$q \vee \neg r$	
10	s	
11	$q \vee s$	
12	$\neg(\neg q \wedge \neg s)$	
13	$\neg t$	
14	q	
15	$q \wedge \neg t$	
16	$u \wedge w$	
17	u	
18	$\neg q \vee u$	
19	$(p \wedge r) \rightarrow (\neg q \vee u)$	
20	$w \rightarrow ((p \wedge r) \rightarrow (\neg q \vee u))$	

- 2) Alfredo tiene un problema en sus estudios con tres materias: Lógica, Algoritmos y Cálculo. Este problema es un dilema que tiene entre lo que debe estudiar y su rendimiento académico y se puede resumir de la siguiente manera: Valor: 3 puntos
- Si estudia Lógica entonces o bien estudia cálculo o no estudia algoritmos, pero si estudia Lógica, entonces, aprueba Algoritmos y no estudia Cálculo, o bien, aprueba Lógica. Cuando estudia Algoritmos y estudia Lógica, no estudia Cálculo y aprueba Lógica. Sin embargo, si estudia Cálculo y no estudia Algoritmos, aprueba Lógica aunque no la estudie. Sólo si estudia cálculo, la aprueba, pero si estudia*

las tres materias a la vez, aprueba Algoritmos, si aprueba Lógica y aprueba Cálculo si aprueba las otras dos.

Su novia Andrea trata de ayudarlo diciendo que es mejor que estudie Cálculo y se olvide de las otras dos materias porque así logrará aprobar Cálculo y Lógica. Sin embargo, su mamá le recomienda que estudie Lógica y Algoritmos porque así aprobará las tres materias. Intenta ayudar tú a Alfredo diciéndole a quien hacerle caso. Para convencerlo usa algún método (semántico o sintáctico) de lógica proposicional. Si no usas un método válido, la pregunta se considerará incorrecta.

- 3) Realiza la derivación de los siguientes razonamientos válidos. Es necesario que justifiques cada paso en forma bien precisa con la regla de inferencia utilizada.

Valor: 8 puntos

$R \leftrightarrow (P \vee Q)$ $S \rightarrow P$ $(\neg S \wedge \neg R) \rightarrow (S \vee T)$ <hr/> $\therefore \neg P \rightarrow (Q \vee T)$	$((A \vee B) \rightarrow \neg C) \wedge ((\neg F \wedge G) \rightarrow H)$ $A \vee \neg C \vee \neg D$ $(\neg F \rightarrow H) \rightarrow I$ $(K \vee \neg G) \wedge (\neg D \rightarrow (\neg A \rightarrow \neg E))$ <hr/> $\therefore (G \rightarrow (I \wedge K)) \wedge (C \rightarrow \neg E)$
$\neg P \rightarrow (Q \wedge (S \vee \neg R))$ $(\neg(Y \wedge \neg X) \wedge X) \rightarrow (\neg S \vee T)$ $(Q \vee \neg S) \rightarrow \neg T$ <hr/> $\therefore Y \rightarrow ((\neg P \wedge R) \rightarrow (Q \rightarrow \neg X))$	$Z \vee \neg(\neg(T \wedge W) \wedge \neg U)$ $R \vee \neg S$ $P \rightarrow (\neg R \wedge Q)$ $(\neg P \rightarrow (\neg U \wedge \neg T)) \wedge (\neg Q \vee S)$ <hr/> $\therefore \neg Z \rightarrow X$

- 4) Para los siguientes razonamientos, verifica si son satisfactorios, contradictorios o tautológicos por el método de tu preferencia. Debes realizar al menos un árbol semántico completo para dicha verificación. En caso de resultar válido el razonamiento, deriva justificando cada paso con la regla de inferencia utilizada. En caso de que el razonamiento no es válido da su expresión mínima equivalente en FNC y FND.

Valor: 4 puntos

a)  $(r \rightarrow s) \rightarrow ((\neg q \vee \neg r) \rightarrow p)$

b)  $((r \rightarrow (s \vee w)) \wedge (s \rightarrow (p \wedge q)) \wedge (w \rightarrow q)) \rightarrow (r \rightarrow q)$

- 5) Describe una comparación de un teorema con una o más estructuras algorítmicas. Hazlo para al menos tres teoremas.

Valor: 0.5 puntos

- 6) Menciona y argumenta tres aspectos de la lógica que consideras relevantes para el desarrollo de tu pensamiento algorítmico.

Valor: 0.5 puntos

Instrumento de Evaluación	
Facultad: Ingeniería	Escuela: Ingeniería Informática
Materia: Lógica Computacional	Semestre: Segundo
Evidencia: Realización de un examen escrito	Peso: 30%

Criterio	Pregunta	Aspecto	Puntuación	Calificación
Maneja el método de FITCH como representación gráfica de la derivación lógica.	1	Formato y legibilidad	1	
		Uso de las subderivaciones	1.5	
		Uso de las reglas y teoremas	1.5	
Modela matemáticamente un problema en un lenguaje formal lógico, ya sea usando lógica proposicional o lógica de primer orden.	2	Formula matemáticamente el problema establecido	1	
		Evalúa si la fórmula lógica está bien constituida según el vocabulario	1	
		Identifica un razonamiento.	1	
Demuestra un razonamiento válido en forma estructurada y formal usando reglas de inferencia básicas y teoremas	3	Conocimiento de las reglas de inferencia básicas	1	
		Conocimiento de los teoremas	1	
		Aplicación de las reglas de inferencia básicas y teoremas	2	
		Obtención válida de la conclusión del razonamiento	4	
Simplifica una fórmula obteniendo la forma normal conjuntiva (FNC) y la forma normal disyuntiva (FND)	4	Aplica adecuadamente un método semántico o sintáctico para obtener la FNC y la FND	2	
		Obtiene la FNC y la FND en su mínima expresión	2	
Compara los teoremas con las estructuras algorítmicas	5	Compara un teorema con una estructura algorítmica	0.5	
	6	Valora el uso de la lógica en el desarrollo de su pensamiento algorítmico	0.5	