

Desarrollo de Habilidades de Razonamiento Deductivo

Las inferencias de tercer nivel

Nelson Antonio Castillo Alba
Investigador Principal

Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá
Centro de Formación Virtual

Bogotá
2012

371.89 / C352da1 CD-ROM

**Desarrollo de habilidades de razonamiento deductivo:
las inferencias del tercer nivel. - 1a edición**

Castillo Alba, Nelson Antonio (Autor)

Bogotá: Editorial Bonaventuriana, 2011

ISBN 9789588422558

Competencias en educación; Razonamiento; Software Educativo.

Desarrollo de habilidades de razonamiento deductivo:
las interferencias del tercer nivel.

© Nelson Castillo Alba

Educación Virtual

Centro de Formación técnica y tecnológica

Universidad de San Buenaventura

Colombia

© Editorial Bonaventuriana, 2011

Universidad de San Buenaventura

Calle 117 No. 11 A 62

PBX: 57 (1) 5200299

www.usbbog.edu.co

Bogotá – Colombia

Aviso Legal

El autor es responsable del contenido de la presente obra.

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro por cualquier medio,
sin permiso escrito de la Editorial Bonaventuriana.

Derechos reservados de la Universidad de San Buenaventura.

ISBN: 978-958-8422-55-8

Tirada: 50 ejemplares

Depósito legal: se da cumplimiento a lo estipulado en la ley 44 de 1993,
decreto 460 de 1995 y decreto 358 de 2000.

Impreso en Colombia - Printed in Colombia.

AGRADECIMIENTOS

El autor e investigador principal expresa sus agradecimientos:

- A Dios, por la salud y fortaleza que me brinda día a día y hace posible que alcance mis metas.
- A los estudiantes de la Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá quienes conformaron los grupos experimentales e hicieron posible la investigación.
- A la coordinadora y auxiliares de los laboratorios de informática de la Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá quienes prestaron su colaboración para el desarrollo de la experimentación.

Índice

	Pág
Lista de tablas	7
Lista de figuras	8
Lista de anexos	10
Introducción	11
Capítulo I	
Diseño teórico	
Antecedentes	18
Conceptualización	37
Cognición	37
Habilidades Cognitivas	37
Razonamiento deductivo	37
Teorías de Reglas Formales de Inferencia	40
Los Modelos Mentales Lógicos	41
Errores del razonamiento deductivo	42
Inferencias.....	43
La neurociencia	44
Los hemisferios cerebrales	45
La neurociencia y el razonamiento deductivo	46
Representación del Conocimiento.....	47
Ontologías	48
Resolución de Problemas	51
Didáctica de la física mecánica	53
Dominio de Conocimiento	54
Equilibrio de cuerpo rígido	54
Procedimiento de resolución de problemas	58

Capítulo 2

Diseño metodológico

Pregunta de investigación	64
Hipótesis	64
Objetivos	65
Objetivo General	65
Objetivos específicos	65
Variables	65
Diseño metodológico	66
Población	66
Grupos experimentales	66
Instrumentos	66
Análisis e interpretación de resultados	67

Capítulo 3

Diseño tecnológico

Modelo tecnológico	69
Modelo del dominio de conocimiento	69
Módulos del software educativo	74
Modelo del estudiante.....	74
Modelo pedagógico	75
Diseño del software educativo	77
Modelado UML	78
Actores	79
Casos de uso	82
Diagrama de clases	88
Asociaciones de clases	89
Diccionario de clases	89
Diagrama de objetos	89
Diagrama de componentes	90
Diagrama de despliegue	91
Base de datos	91
El aplicativo web	92
Página de inicio del estudiante	92
Mapa de navegación	93
Hipertextos	94
Evaluación	95
Finalización de sesión	95
Página de inicio del profesor	95

Menú de informes	96
Resultados globales	97
Resultados detallados	97
Informe de Navegación	98
Limpiar registros	98

Capítulo 4

Resultados, análisis y conclusiones

Análisis de resultados	102
Validación de hipótesis	106
Análisis de resultados de acuerdo con la teoría y los antecedentes	107
Perspectivas	108
Conclusiones	108

Bibliografía	110
---------------------------	-----

Anexos	116
---------------------	-----

Lista de Tablas

	Pág
Tabla 1. Diseño del experimento	66
Tabla 2. Actor: Estudiante	79
Tabla 3. Actor: Base de datos local	79
Tabla 4. Actor: Profesor	80
Tabla 5. Actor: Administrador	80
Tabla 6. Actor: Base de datos actualizada	81
Tabla 7. Actor: Base de datos de registros	81
Tabla 8. Caso de uso: Registrar Estudiante	83
Tabla 9. Caso de uso: Validar Profesor	84
Tabla 10. Caso de uso: Consultar Información	84
Tabla 11. Caso de uso: Consultar Informes	85
Tabla 12. Caso de uso: Consultar Inferencias	86
Tabla 13. Descriptivo prueba de Wilcoxon	103
Tabla 14. Estadísticos de contraste prueba de Wilcoxon	103
Tabla 15. Resultados análisis estadístico descriptivo pre-test y post –test	104
Tabla 16. Descriptivo prueba de Kruskal-Wallis	104
Tabla 17. Estadísticos de contraste prueba de Kruskal-Wallis	105
Tabla 18. Resultados del análisis estadístico del post-test por grupo	105

Lista de Figuras

Figura 1. Niveles de inferencia	44
Figura 2. El cerebro y las funciones de cada hemisferio	46
Figura 3. Relación causal	51
Figura 4. Procesos y conocimientos implicados en la resolución de problemas	53
Figura 5. Soportes de una incógnita empleados en el plano	56
Figura 6. Soportes de dos y tres incógnitas empleados en el plano ..	57
Figura 7. Soportes de una, dos y tres incógnitas empleados en el espacio.....	57
Figura 8. Soportes de cuatro, cinco y seis incógnitas empleados en el espacio.....	58
Figura 9. Representación ontológica jerárquica del dominio de conocimiento	71
Figura 10. Ejemplo de inferencia de primer nivel	72
Figura 11. Ejemplo de inferencia de segundo nivel	73
Figura 12. Ejemplo de inferencia de tercer niv.....	73
Figura 13. Modelo pedagógico del software educativo.	76
Figura 14. Modelo cliente/servidor	78
Figura 15. Actores	82
Figura 16. Caso de uso consultar información	87
Figura 17. Caso de uso consultar inferencias	87
Figura 18. Caso de uso profesor	87
Figura 19. Caso de uso usuario	88
Figura 20. Diagrama de Clases con Atributos y Métodos	88
Figura 21. Diagrama de Objetos	90
Figura 22. Diagrama de Componentes	90
Figura 23. Diagrama de despliegue	91
Figura 24. Modelo conceptual de la base de datos	91
Figura 25. Página de inicio del estudiante	92

Figura 26. Mapa de navegación	93
Figura 27. Mapa de navegación (Continuación)	93
Figura 28. Hipertexto de la junta cardán	94
Figura 29. Página de evaluación	95
Figura 30. Finalización de sesión	95
Figura 31. Página de inicio del profesor	96
Figura 32. Menú de informes	96
Figura 33. Resultados globales	97
Figura 34. Resultados detallados	97
Figura 35. Informe de navegación	98
Figura 36. Limpiar registros	98
Figura 37. Confirmación de eliminación de registros	99
Figura 38. Gráfica de % de desempeño contra número de inferencias trabaja.....	106

Lista de Anexos

Anexo A. Pre-test Prueba Escrita	116
Anexo B. Pre-test: Test de Raven	120
Anexo C. Post-test: Prueba escrita	124
Anexo D. Post-test: Test de Raven	127

Introducción

El auge del software educativo es notorio día a día, por ello no es extraño encontrar que los cursos presenciales incluyen la utilización de herramientas computacionales y que al mismo tiempo existe la tendencia a virtualizar algunos programas académicos. El potencial de software educativo está en la articulación de las nuevas tecnologías de información que permiten no sólo el despliegue de contenidos, sino el desarrollo de habilidades cognitivas.

En tal sentido se examinaron las habilidades cognitivas, objeto de estudio de esta investigación que busca indagar cuál es la combinación de valores para dos parámetros (número de sesiones y número de inferencias por sesión) más apropiada para el desarrollo del razonamiento deductivo en estudiantes de ingeniería que resuelven problemas de equilibrio estático. Las combinaciones que se trabajaron en esta fase fueron: número de sesiones (se tomaron dos valores, 3 y 5 sesiones por grupo) y número de inferencias por sesión (se trabajaron dos valores, 5 y 10 inferencias por sesión).

Para el desarrollo de la investigación se tuvieron en cuenta tres aspectos fundamentales: primero: el diseño teórico, aquí se revisaron los antecedentes y la teoría; segundo: el diseño metodológico, y tercero la experimentación con el uso de software educativo. En lo teórico se parte de antecedentes tomados de investigaciones durante la última década, los cuales se relacionan por una parte, con el razonamiento deductivo y el razonamiento común, comprensión y producción de inferencias, niveles de complejidad, representaciones mentales; y por otra, los ambientes computacionales y el aprendizaje de la física mecánica. En el marco teórico se revisan las teorías que fundamentan el razonamiento deductivo como habilidad cognitiva y los errores más frecuentes que cometen los individuos; también se examina la representación del conocimiento, específicamente las ontologías, así como la resolución de problemas y la didáctica de la física mecánica y el dominio de conocimiento (el equilibrio de los cuerpos rígidos).

El enfoque metodológico empleado en este trabajo se enmarca dentro de la investigación experimental cuantitativa. La población estuvo conformada por 36 estudiantes de tercer semestre del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de San Buenaventura, quienes durante el primer semestre de 2009 cursaron la asignatura Mecánica Vectorial. Dichos estudiantes fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos (A, B, C y D), cada uno con 9 miembros.

Para la fase del diseño experimental se aplicó un pre-test y un post-test, se experimentó con el software educativo y la interacción con el software se hizo en varias sesiones (una semanal) de dos horas cada una. La información se recolectó en la base de datos del software y mediante la aplicación de los instrumentos de evaluación para determinar el desempeño de los estudiantes en razonamiento deductivo.

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis estadístico que incluyó la prueba de Wilcoxon y la prueba de Kruskal Wallis. Los mejores resultados obtenidos por el grupo D que trabajó 5 sesiones y 10 inferencias por cada sesión permiten afirmar que cuando un individuo es entrenado en inferencias, no importa la organización de sesiones e inferencias por sesión, sino el total de inferencias trabajadas. Los miembros del grupo A trabajaron 15 inferencias cada uno, los del grupo C trabajaron 25 inferencias, los del grupo B trabajaron 30 inferencias y los estudiantes del grupo D trabajaron en total 50 inferencias cada uno.

Capítulo 1

DISEÑO TEÓRICO

En el primer capítulo se presenta una síntesis de las investigaciones más relevantes realizadas durante los últimos años y que sirven de base para el planteamiento de la pregunta de investigación. Luego se indican los conceptos teóricos que sustentan el proyecto finalmente, se hace una revisión teórica sobre el conocimiento y dominio de del tema el equilibrio de los cuerpos rígidos.

ANTECEDENTES

A continuación se presenta la síntesis de las investigaciones realizadas en el periodo 2001-2009 que se consideran relevantes para el desarrollo de ésta investigación.

Castillo Nelson (2008) investigador de la Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá, investigó sobre el Desarrollo de habilidades cognitivas: software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos. La investigación buscó determinar cuál era el escenario de estudio más apropiado para el desarrollo del razonamiento deductivo en estudiantes de ingeniería que resuelven problemas de equilibrio estático. Los escenarios de estudio implementados en el software fueron: hipertexto con inferencias de tercer nivel, inferencias de primero, segundo y tercer nivel en orden ascendente; e inferencias de primero, segundo y tercer nivel en orden aleatorio.

Los resultados de la investigación determinaron que el grupo A que utilizó un escenario de estudio con inferencias de tercer nivel únicamente, presentó el desempeño más alto con una media de 85,41, por lo que se pudo concluir que cuando un individuo es entrenado con inferencias de tercer nivel, debe construir varios modelos mentales para generar la conclusión, y si esto se hace durante todas las sesiones de trabajo, se logra el desarrollo de mejores habilidades de razonamiento deductivo. No ocurre lo mismo cuando se entrena con inferencias de tercer nivel en una sesión únicamente y en otras sesiones se entrena con inferencias de segundo y primer nivel, las cuales requieren un menor esfuerzo cognitivo.

Leighton Jacqueline (2006) profesora de la Universidad de Alberta, investigó sobre la enseñanza de las habilidades de razonamiento deductivo y su determinación. Un primer estudio, llevado a cabo durante el invierno de 2001 con un grupo de 49 estudiantes (27 hombres y 22 mujeres con edad promedio de 21.34 años y SD = 1.92) matriculados en el curso introductorio a la lógica simbólica del primer año de Filosofía, en cual se empleó como texto guía el libro *A concise introduction to logic* de Hurley P.J. (2002), permitió determinar la eficacia del entrenamiento en la lógica simbólica para mejorar el razonamiento deductivo, así como otro material desarrollado por la docente.

Se hizo énfasis en la enseñanza de silogismos categóricos y silogismos condicionales debido a que son las tareas más usadas en el razonamiento deductivo. Al grupo de estudiantes se le asignó aleatoriamente tanto el formato para seleccionar las respuestas, el cual exige al estudiante reconocer y elegir la correcta, como el formato para construir la respuesta, este último, requiere que el estudiante recuerde y construya la respuesta correcta. “Se asume normalmente que el reconocimiento será superior en memoria porque la tarea de reconocer y de seleccionar una respuesta de una lista de alternativas, activa más fuentes de la memoria que la tarea de recordar y de construir una respuesta, pero éste no es siempre el caso (Anderson; Noice y Noice; Tulving y Thompson; Watkins y Tulving)”¹

Cada estudiante resolvió un cuadernillo con 16 silogismos categóricos y 16 silogismos condicionales antes del entrenamiento (ensayo 1) y después del entrenamiento (ensayo 2), el cuadernillo constaba de siete páginas: en la primera se solicitó la información demográfica del estudiante; en la segunda se dieron instrucciones estandarizadas para los silogismos categóricos; las páginas tres y cuatro contenían los silogismos; la página cinco proporcionó instrucciones estandarizadas para los silogismos condicionales, y las páginas seis y siete contenían los silogismos condicionales.

Los silogismos categóricos estaban conformados por silogismos determinados (se consideran fáciles de solucionar porque requieren la creación de una sola representación mental) e indeterminados de segundo y tercer nivel (se consideran difíciles de solucionar porque requieren la creación de dos o tres representaciones mentales). Los silogismos condicionales también se dividen en dos niveles de dificultad: los silogismos determinados del modelo uno (modo ponens) son fáciles de solucionar porque requieren la creación

¹ Leighton Jacqueline, Teaching and assessing deductive reasoning skills. *The Journal of experimental education*, vol 74, 2006 pág 109-136. Alberta, Canada

de una sola representación mental; los silogismos indeterminados del modelo dos (negación del antecedente y afirmación del consiguiente) son difíciles de solucionar porque requieren la creación de por lo menos dos representaciones mentales; y los silogismos del modelo tres (modo tollens) que son también difíciles de solucionar porque requieren de tres representaciones mentales. Los modelos dos y tres se consideran de igual grado de dificultad, pues los estudiantes que inician el esfuerzo cognitivo de generar dos representaciones tienden también a iniciar el esfuerzo cognitivo de generar tres representaciones. Inversamente, los estudiantes que no pueden generar dos representaciones para solucionar un problema tampoco pueden generar tres representaciones.

En el entrenamiento de 12 semanas dado a los estudiantes en lógica simbólica se pretendía que éstos mejoraran su desempeño en silogismos categóricos y silogismos condicionales difíciles, pues con los silogismos fáciles se determinó un buen desempeño aún sin el entrenamiento.

El análisis de silogismos determinados (fáciles) indicó dos efectos significativos:

- Un efecto principal significativo del tipo de silogismo, indicando un mejor desempeño en silogismos condicionales que en silogismos categóricos.
- Una interacción de tres vías entre formato, ensayo y tipo de silogismo, indicando que el efecto del formato no era constante a través de los dos ensayos del tiempo para los silogismos categóricos y condicionales.
- El análisis de silogismos indeterminados (difíciles) indicó tres efectos significativos:

- o Un efecto principal significativo del ensayo, indicando que el funcionamiento total de los estudiantes en silogismos difíciles era mejor después del entrenamiento que antes de entrenar.

- o Una interacción de dos vías entre el formato y el tipo de silogismo reveló que el formato de selección de la respuesta ayuda a mejorar el desempeño en silogismos categóricos difíciles, pero no para mejorar el desempeño en silogismos condicionales difíciles.

o Una interacción de dos vías entre el ensayo y el tipo del silogismo, reveló que el entrenamiento facilitó en mayor porcentaje el desempeño en silogismos categóricos difíciles, que en silogismos condicionales difíciles.

Aunque los silogismos categóricos y condicionales difíciles requirieron las representaciones múltiples para su solución, la naturaleza cualitativa de estas representaciones pudo ser diferente, sugiriendo las fuentes sutiles de la dificultad que necesitan ser exploradas para mejorar la instrucción.

El segundo estudio se realizó en el invierno de 2003 con un grupo de 75 estudiantes (39 hombres y 36 mujeres con edad promedio de 21.06 años y $SD = 2.166$) matriculados en el curso introductorio a la lógica simbólica del primer año de Filosofía. Se empleó como texto guía el libro *Understanding symbolic logic* de Klenck V. 4ª ed., Prentice Hall (2001), para enseñar las diferentes clases de razonamiento, así como otro material desarrollado por el docente.

La metodología fue similar a la empleada en el estudio 1, la variante surgió en la inclusión de una pregunta en la que, después de solucionar los silogismos, se presentó un listado de alternativas sobre las posibles estrategias seguidas por los estudiantes. Las alternativas fueron:

- a. Utilicé reglas o declaraciones para contestar a los pares de proposiciones.
- b. Utilicé cuadros o modelos para contestar a los pares de declaraciones.
- c. Conjeturaba mis respuestas a los pares de proposiciones.
- d. Utilicé una mezcla de reglas y de cuadros para contestar a los pares de declaraciones.
- e. No sé.
- f. Otro

El objetivo de preguntar a los estudiantes de Filosofía sobre su estrategia para responder a los silogismos categóricos y a los silogismos condicionales era examinar si dichas estrategias cambiaron después de recibir el entrenamiento en lógica simbólica.

Los resultados del estudio indicaron que los estudiantes de Filosofía no aumentaron la frecuencia del uso de la estrategia en silogismos

categoricos del ensayo 1 al ensayo 2 (el 73% contra el 84%); sin embargo, existían diferencias significativas en los tipos de estrategias usadas entre el ensayo 1 y el ensayo 2. Por ejemplo, había una disminución estadística significativa del uso de la regla (el 33% contra el 18%), y de un aumento significativo en el uso del modelo (el 7% contra el 24%). En silogismos categoricos no había cambio estadístico significativo en la combinación de la estrategia (el 33% contra el 42%).

Para los silogismos condicionales, los estudiantes de Filosofía demostraron un aumento estadístico significativo en su frecuencia del uso de la estrategia del ensayo 1 al ensayo 2 (el 70% contra el 88%), específicamente, había un aumento estadístico significativo en el uso de la regla (el 46% contra el 60%), pero ningún cambio en la combinación de la estrategia (el 21% contra el 24%) o el uso del modelo (el 3% contra el 4%).

Los actuales resultados sugieren que el entrenamiento de los estudiantes en el dominio específico de la lógica simbólica mejoró su desempeño moderadamente.

Maldonado Granados Luis Facundo, et al (2004) del grupo de investigación TECNICE de la Universidad Pedagógica Nacional, desarrolló la investigación titulada Agentes de software generadores de preguntas y el desarrollo de la competencia cognitiva de hacer inferencias: la comprensión y la inferencia en diferentes niveles de profundidad en ambientes hipermediales. El propósito general de la investigación es establecer la relación entre el uso de un agente de software generador de preguntas durante la etapa de estudio de un hipertexto y el desarrollo de competencias cognitivas de comprensión y producción de inferencias a diferentes niveles en estudiantes de bachillerato. Hacer preguntas es la función de un agente artificial y se evalúa su efecto en el proceso de razonamiento de un agente natural.

La generación de preguntas sirve al agente natural para que identifique lo que necesita aprender. En esta lógica se desarrolla un agente artificial que formula preguntas sobre el dominio de conocimiento de la geografía considerando tres niveles jerárquicos de la ontología usada en la representación. Se compara el efecto producido en el desarrollo de la competencia cognitiva de hacer inferencias de sujetos que estudian un hipertexto diseñado con base en una estructura ontológica y otros que estudian el mismo hipertexto con el generador de preguntas que opera en cuatro configuraciones: generación de preguntas de primero, segundo o tercer nivel y configurable a voluntad del usuario.

Las preguntas de investigación fueron formuladas de la siguiente forma:

1. ¿Existen diferencias, en cuanto a puntajes obtenidos en un test que mide competencias cognitivas de comprensión y generación de inferencias, entre tres grupos de estudiantes?:

- a. El primer grupo estudió un hipertexto con la ayuda de un agente que hace preguntas sólo de primer nivel de inferencia.
- b. El siguiente grupo lo hizo con un agente que sólo formula preguntas de segundo nivel
- c. El grupo restante con uno que genera sólo preguntas de tercer Nivel.

2. ¿Existen diferencias en cuanto a puntajes obtenidos en un test que mide competencias cognitivas de comprensión y generación de inferencias, entre dos grupos de estudiantes:

- a. Uno que utiliza como ambiente de estudio un hipermedio sin agente generador de preguntas, y otro que utiliza el mismo hipermedio con un agente generador de éstas que cada usuario configura para que formule interrogantes de diferente nivel de profundidad de inferencia.

3. ¿Cuál es la correlación entre la frecuencia de preguntas resueltas por nivel y los resultados en el test de competencias clasificados por nivel de inferencia?

El ambiente de aprendizaje se probó con 130 estudiantes de noveno grado de educación básica. El contenido de este programa es parte del currículo regular en este grado. Los estudiantes se distribuyeron aleatoriamente en cinco grupos. El grupo A estudia el ambiente con preguntas de primer nivel, el grupo B con preguntas de segundo nivel, el grupo C con preguntas de tercer nivel, el grupo D con porcentaje variable de preguntas de cada nivel, el grupo E tiene acceso sólo al hipertexto y estuvo en una sala diferente a los demás grupos. Las sesiones de estudio fueron simultáneas para todos los grupos y en el mismo colegio.

Se realizaron las siguientes sesiones:

- Primera sesión de estudio del software según las condiciones del grupo asignado.
- Presentación de evaluación al terminar la sesión.
- Presentación de una prueba de retención a los cuatro días

- Sesión de estudio, una vez presentada la prueba de retención
- Presentación de prueba de evaluación en un tiempo no mayor a cinco minutos después de terminar la segunda sesión de estudio.

El sistema registró el tiempo de las sesiones de estudio, el total de preguntas, el total de respuestas a preguntas en sesión de estudio, el total de respuestas correctas en la evaluación sumativa después de la sesión de estudio, y el total de respuestas por nivel en cada una de las evaluaciones.

El grupo (E) con hipertexto únicamente tiene el más alto rendimiento y es significativamente diferente comparado con el grupo (B) que estudió con preguntas de 2º nivel. Las diferencias son menores en el grupo (A) con preguntas de primer nivel y menores con quienes (C) estudiaron preguntas de tercer nivel de inferencias. El grupo (D) que pudo programar la proporción de preguntas según el nivel, tiene las diferencias más pequeñas frente al grupo (E) de hipertexto.

Los resultados de esta investigación permitieron afirmar:

“Los resultados apoyan más el aprendizaje específico de los niveles de inferencia. Pero todavía no se puede destacar niveles de generalización que serían menores que el nivel de aprendizaje específico. Las investigaciones analizadas por Holland, Holyoak, Nisbett & Thagard (1986) muestran diferencias entre el entrenamiento abstracto y formal en los procesos de inferencia y el entrenamiento vinculado a experiencias o significados específicos. Los usuarios aprenden mejor las formalidades cuando están asociadas con entornos prácticos o donde el significado tiene valor importante. Se requiere profundizar en este tema, por cuanto la formación de la capacidad cognitiva de hacer inferencias es muy importante en la formación de la capacidad para comprender y construir conocimientos científicos”.²

Bohórquez Héctor y Hernández Ana Ismenia (2003) profesores del departamento de matemática de la Universidad del Zulia desarrollaron la investigación titulada *El razonamiento común: un obstáculo epistemológico en geometría*. El objetivo general fue analizar si el razonamiento común constituye un obstáculo epistemológico en estudiantes

² Maldonado L. Et. Al. La comprensión y la inferencia en el estudio de hipertextos con el apoyo de un agente generador de preguntas. Grupo Tecnice. En Memorias TISE 2004 (IX Taller Internacional de Software Educativo) pág 27 Santiago de Chile. 2004.

que participan en situaciones de enseñanza–aprendizaje en la cátedra de Geometría de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia.

“Un obstáculo, señala Brousseau (1997), se manifiesta por errores, que no son debidos al azar, sino que son reproducibles y persistentes. Además, los errores cometidos por el mismo sujeto están interconectados por una fuente común: una manera de conocer, una concepción característica, coherente si no correcta, un conocimiento antiguo que ha sido exitoso en todo un dominio de acciones. Estos errores no son necesariamente explicables. Ocurre que no desaparecen completamente de una sola vez; se resisten, persisten, luego reaparecen, se manifiestan mucho tiempo después de que el sujeto ha rechazado el modelo defectuoso de su sistema cognitivo consciente”³.

Los obstáculos pueden ser de diverso origen según Brousseau (1997): ontogenético, didáctico y epistemológico.

- Los obstáculos de origen ontogenético se derivan de las limitaciones del alumno neurofisiológicas, entre otras asociadas con el momento de su desarrollo, en virtud de que cada uno genera conocimientos apropiados para sus habilidades y metas a una edad particular.
- Los obstáculos de origen didáctico son aquellos que se generan producto de una elección didáctica dentro de un proyecto o sistema educativo.
- Los obstáculos epistemológicos tienen su origen en los conceptos que se estudian y se encuentran presentes de forma generalizada en toda una comunidad.

La metodología empleada fue de tipo no experimental, pues no se manipuló ni controló variable alguna; transversal, pues las mediciones se hicieron en un semestre académico en particular; y descriptivo, dado que se midió y analizó la variable estudiada. La población estuvo conformada por 979 alumnos de la cátedra de Geometría de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia, con edades comprendidas entre 17 y 25 años, de género masculino y femenino. La muestra fue de 31 alumnos.

³ Bohorquez, Héctor y Hernández de Rincón, Ana Ismenia. El razonamiento común: un obstáculo epistemológico en geometría. Revista de Pedagogía. enero. 2003, vol.24, no.69 , p.7-37. Venezuela

Las técnicas de recolección de información fueron la observación indirecta y externa, y la entrevista semiestructurada individual. Se utilizó un cuestionario de 16 ítems y una hoja de registro para la entrevista. Se evidenció la presencia del obstáculo y su carácter epistemológico. Se recomendó identificar su origen y diseñar situaciones didácticas para su superación.

Maldonado Granados Luis Facundo, et al (2005) del grupo TECNICE desarrollaron la investigación titulada La complejidad en la solución de problemas: niveles de complejidad en problemas de geometría dinámica, cuyo objetivo fue determinar la incidencia de los niveles de complejidad en la etapa de entrenamiento sobre el aprendizaje en la solución de problemas de geometría dinámica, por ello comparan el aprendizaje alcanzado por tres grupos de estudiantes: al primero entrenado en la solución de problemas de geometría dinámica, se le incrementó gradualmente el nivel de complejidad, al segundo, se le disminuyó dicho nivel y el tercer grupo que soluciona problemas tuvo la opción de seleccionar libremente el nivel de complejidad, aquí se toma la complejidad en términos del número de variables las cuales se articulan entre si para dar solución a una situación problemática planteada.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación planteada se diseñó un ambiente computacional que incluye problemas de geometría dinámica de diferente nivel de dificultad en tres versiones:

- Problemas presentados por niveles de complejidad de menor a mayor
- Problemas presentados por niveles de complejidad de mayor a menor
- Problemas presentados con niveles de complejidad para ser seleccionados libremente por los estudiantes.

El escenario experimental se probó con 85 estudiantes de grado 6° de educación básica del Instituto Educativo Distrital Rodrigo Lara Bonilla, estos se distribuyeron aleatoriamente en tres grupos, uno por cada versión del ambiente computacional. Los estudiantes resolvieron 3 problemas en cada uno de los niveles de complejidad, requisito para pasar o seleccionar el siguiente nivel. Las sesiones de trabajo fueron simultáneas para todos los grupos y en el mismo colegio.

Los resultados mostraron que los estudiantes alcanzan niveles de aprendizaje similares independientemente del orden en cuanto al nivel de complejidad en que solucionan los problemas. Además el aprendizaje que parte de lo simple a lo complejo requiere de menor esfuerzo en tiempo y trabajo en contraste con el que parte de lo complejo a lo simple.

Covaleda Rodrigo, et al. (2005) Profesores del Instituto de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Antioquia desarrollaron la investigación denominada Los significados de los conceptos de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica, cuyo objetivo fue caracterizar las representaciones mentales que utilizan los estudiantes universitarios del curso de Física I para dar significado a los conceptos de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica y termodinámica. También establecieron el papel que desempeñan dichos conceptos en el proceso de aprendizaje de la física en el ambiente del aula de clase. Los estudiantes poseen una débil y muy ligera conceptualización de las expresiones sistema y equilibrio. Aquí adquiere importancia el enunciado de Vergnaud 4 sobre la existencia de elementos conceptuales precursores en el aprendizaje de nuevos conocimientos, ciertos conceptos o presupuestos más fundamentales que funcionarían como núcleos de esos modelos mentales.

El postulado aristotélico, el todo es más que la suma de sus partes, se constituye en una primera definición de sistema, refiriendo el sistema como el todo. “Algunos estudios se refieren directa o indirectamente al concepto de sistema, en especial cuando se trata el problema de los modelos y la modelación en Física, como el de Lemeignan, G. y Weil-Barais, A. (1994) quienes al investigar sobre los modos de representación del mundo físico de los estudiantes, consideran necesario cambiar dichos modos de presentación, a través de procesos de cambio, entre distintas representaciones que llegan a ser sistémicas”.⁵

Este estudio exploratorio se llevó a cabo en la Universidad de Antioquia, con una muestra de 60 estudiantes voluntarios de ingeniería y física del curso introductorio de Física I. Las respuestas al cuestionario permitieron establecer el conocimiento que ellos tienen de los conceptos de sistema y equilibrio, y de cómo aplican estos ante situaciones propuestas relativas a los mismos conceptos. Este cuestionario que

incluye ocho preguntas de naturaleza discursiva fue validado en su contenido por un par experto en la temática del mismo.

Esta exploración conceptual muestra una variedad de interpretaciones y significados que asignan los estudiantes a los conceptos de sistema y equilibrio, y permiten establecer las siguientes conclusiones:

- El concepto de sistema es interpretado como un conjunto de una variedad de elementos, cosas, leyes, y situaciones, que lo hacen amorfo conceptualmente; sin embargo, hay que recoger el hecho de que los estudiantes reconocen la existencia de relaciones y aún más, de interacciones entre los elementos o cuerpos, aunque sea notable el hecho de no identificar plenamente los sistemas que interactúan, ni las interacciones, las variables de estado y los cambios de estado.

Esto se convierte en un indicio muy notable de la debilidad conceptual sobre la palabra sistema.

- Con el concepto de equilibrio se observa un dominio más generalizado y apropiado ante las situaciones propuestas; sin embargo, hay que anotar el uso de variadas palabras como compensación, armonía, balance, permanencia y reposo que hacen pensar que de alguna manera el concepto de equilibrio que manejan está ligado a aprendizajes anteriores y a fuentes muy diversas.

“En suma, pensamos que los estudiantes poseen una débil y muy ligera conceptualización de los dos conceptos de sistema y equilibrio, que de paso permite plantear un problema de aprendizaje, ¿es posible aprender nuevos conceptos científicos y ser exitoso en la solución de nuevos problemas, a partir de unos precursores para el aprendizaje de nuevos conocimiento muy pobres científicamente (Vergnaud, 1999) hablando, o de núcleos de conocimiento generadores de modelos mentales igualmente incompletos?”⁶

Sánchez Soto Iván R (2001) profesor de la Universidad del Bio de Chile desarrolló la investigación titulada Validación de una metodología basada en actividades de aprendizaje con técnicas creativas para estudiantes universitarios. El objetivo principal de este trabajo fue investigar sobre la efectividad y las implicaciones didácticas pro-

⁴ Vergnaud, Gerard. Teoría de los campos conceptuales. Universidad Rene Descartes. París. 1993

⁵ Covaleda Rodrigo, Et. Al. Los significados de los conceptos de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica. Estudio exploratorio con estudiantes universitarios. Revista Electrónica de enseñanza de las ciencias. Vol 4 No. 1. 2005. pág 3.

venientes de la utilización de una metodología innovadora basada en técnicas creativas (TEC) de enseñanza-aprendizaje de la física y su influencia en el rendimiento académico, las estrategias y estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios.

La metodología innovadora aplicada se fundamenta en dos grandes teorías que son:

La teoría de la neurociencia postula que el cerebro humano está formado por dos hemisferios cerebrales y que cada uno de ellos procesa en forma diferente la información. El hemisferio izquierdo es analítico, secuencial, lógico, razona con números, es cuantitativo, inductivo y verbal; por su parte, el hemisferio derecho es intuitivo, espacial, creativo, innovador, global, busca pautas y procesa información simultáneamente.

La teoría de las inteligencias múltiples de Gardner sugiere la existencia de al menos siete formas de inteligencia, y nuestra cultura da prioridad y ha medido la inteligencia sobre la base de las habilidades lingüísticas y lógico matemática; sin embargo, no considera la inteligencia espacial, musical, cinestésico corporal y dos formas de inteligencia personal (interpersonal e intrapersonal).

Las técnicas creativas como actividades de aprendizaje empleadas fueron:

- Torbellino de ideas (TI): el torbellino o lluvia de ideas es una técnica de actividad creativa para trabajar en grupos de una manera eficaz participativa.
- Analogía: es la capacidad para establecer conexiones entre dos cosas diferentes reconociendo que en cierto modo comparten un rasgo en común o ejemplifican un principio en común.
- Fantasía: es una habilidad de pensamiento visual placentera y motivadora. Es capaz de trascender limitaciones físicas a través de la mente, es extremadamente importante para la resolución de problemas.

⁶ Covaleda Rodrigo, Et. Al. Los significados de los conceptos de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica. Estudio exploratorio con estudiantes universitarios. Revista Electrónica de enseñanza de las ciencias.

- El Mandala y Uve de Gowin adaptada para la creatividad: son técnicas de pensamiento visual, consisten en una forma esquemática para obtener, procesar y representar información. Muchas ideas o conceptos se expresan y se comprenden mejor a través de estas técnicas creativas de enseñanza-aprendizaje.
- Narraciones: las narraciones sirven para crear y recrear experiencias de acuerdo con sus propias reacciones y creencias ante los obstáculos y las oportunidades que la situación ofrece.
- Preguntas creativas: las preguntas tienen como finalidad aprender cuestiones estimulantes, reflexivas o hipotéticas.

La hipótesis: “Los estudiantes del grupo experimental, al término de la aplicación de las TEC para la enseñanza de la física, obtendrán un rendimiento en la asignatura, significativamente mayor que los alumnos del grupo control”⁷

La muestra empleada para poner a prueba la hipótesis la constituye 4 cursos de física distribuidos en dos cursos como grupo experimental y 2 como grupo control con un total aproximado de 140 estudiantes, a quienes se aplica las unidades programáticas que corresponde al curso de Introducción a la Física.

Se empleó un diseño de investigación cuasi-experimental conformado por dos grupos, uno experimental y otro de control (sin asignación al azar de los sujetos) a quienes se les aplica un pre y postest de estrategias de aprendizaje para establecer la equivalencia entre los grupos. Los resultados obtenidos permiten afirmar que los alumnos del grupo experimental muestran cambios significativos en sus estrategias de aprendizaje pasando de un modo superficial y reiterativo de procesar la información a uno elaborativo y profundo, invierten más tiempo pensando y menos tiempo repitiendo por lo que son más capaces para clasificar, comparar, contrastar, analizar y sintetizar la información de distintas fuentes, con esto logran un aprendizaje más significativo, alcanzan un nivel de comprensión y abstracción que se corrobora por la prueba de McNemar que establece un nivel de significancia en el procesamiento elaborativo de $p = 0.003$ y en el profundo de $p = 0,01$ que son significativos. En cambio los alumnos del grupo control no muestran un cambio significativo.

⁷ Sánchez S. Iván. Validación de una metodología basada en actividades de aprendizaje con técnicas creativas para estudiantes universitarios. Journal of science 2001,2,2 pág 87.

Alejandro A. Carlos (2004) profesor del departamento de física de La Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, implementó la utilización de material didáctico computarizado para el desarrollo de prácticas de laboratorio virtuales de física como resultado de las investigaciones que adelantó el Grupo de Investigación en Enseñanza de la Física, quienes determinaron que el bajo rendimiento académico de los estudiantes que descendió continuamente durante los últimos seis semestres era originado porque:

- Los laboratorios de práctica no estaban actualizados y acordes con los nuevos tiempos.
- Los estudiantes no tienen acceso a Internet en los primeros dos años de carrera.
- Ninguno de los sitios disponibles en la web reúne los requisitos por el currículo.

Una vez desarrollado el material didáctico se publica en la página web http://www.mfc.uclv.edu.cu/DVF/Laboratorio%20Virtual/Lab_Virtual.htm.

El laboratorio virtual contiene una página principal, allí aparecen los temas de física abordados, se brinda un rápido acceso a otros materiales en formato electrónico: teoría de errores, modelo del informe, breves orientaciones y textos de física general. Este laboratorio es empleado para los cursos de física, lo cual permite mejorar el rendimiento académico, pues el estudiante puede desarrollar las prácticas de laboratorio en el momento que se considere preparado (antes, durante, después o en lugar de la unidad de instrucción) y las veces que sean necesarias.

Díaz Granados Fernando (2006) de la Universidad del Norte desarrolló el proyecto de investigación titulado Comprensión lectora de grupos con alto y bajo desempeño lector frente a diferentes tipos de hipertexto, para este se planteó como hipótesis general: Existen diferencias significativas en la comprensión lectora de alumnos con alto y bajo desempeño lector frente a distintos tipos de hipertextos.

Se elaboró el software en TOOLBOOK 5.0, el cual contiene los distintos hipertextos utilizados en la investigación. El software denominado

Sisthale es una herramienta de investigación que permite interactuar de manera controlada con los hipertextos y lleva un registro de los patrones de navegación de los usuarios. Construye automáticamente una base de datos que el investigador puede imprimir o capturar con el programa Excel para los fines pertinentes. Los hipertextos además, podían ser completos o incompletos: los completos al dar clic en cualquier palabra accedía al significado de la misma y/o a una imagen que la representaba.

Los textos incompletos sólo dejaban acceder a los significados más no a la imagen. Para evaluar el desempeño lector de los grupos antes de iniciar el proceso se utilizó la prueba de habilidades lectoras desarrollada por Henao (1996) la cual se validó con una amplia muestra de alumnos de primaria (más de dos mil) pertenecientes a colegios públicos y privados de la ciudad de Medellín (Colombia) en el marco de un estudio auspiciado por la Secretaría de Educación de la ciudad y el organismo rector de la actividad científica en el país, Colciencias. La prueba evalúa cinco dimensiones del proceso lector:

Reconocimiento de información, dominio lexical, manejo estructural, capacidad inferencial y capacidad crítica. Utiliza distintos tipos de preguntas (verdadero-falso, para completar, numeración de secuencias y abiertas) y tiene una puntuación de 61 puntos. Consta de 16 preguntas que se realizan sobre un texto narrativo que los estudiantes deben leer en un tiempo máximo de 45 minutos y que tienen a su disposición durante todo el tiempo de la prueba. Para evaluar la comprensión lectora, durante la investigación se construyó una versión abreviada de la prueba, adaptada a los contenidos de los diferentes textos pero evaluando las mismas dimensiones con la misma estructura de preguntas. La prueba abreviada tiene ocho preguntas y una puntuación total de 30 puntos.

La investigación se planteó desde el paradigma cuantitativo de carácter analítico, el cual orienta un proceso de investigación estructurado en tres niveles formalmente jerarquizados: nivel de expectativa teórica, nivel de diseño y nivel de análisis de datos.

Las conclusiones a las que llegó el profesor Díaz Granados fueron:

- Con relación a la ejecución de grupos de alto y bajo desempeño lector, aspecto central en la investigación, los resultados no se alejan

de investigaciones realizadas sobre este tema. En efecto, las medias obtenidas por el grupo de alto desempeño son mejores. Además, el análisis de varianza utilizado para determinar si existían diferencias entre las distintas variables independientes indica que la mayor fuente de variación sobre la comprensión lectora se atribuye a la variable alto bajo, también influye la variable fácil-difícil, pero no la variable completo-incompleto en la que no se presentan diferencias significativas.

- El desenvolvimiento de los grupos de alto y bajo desempeño lector frente a cada tipo de hipertexto permitió evidenciar que hay diferencias significativas a favor del grupo de alto desempeño lector en todos los tipos de hipertextos utilizados, siendo mayores las diferencias en los textos difíciles. Estos hallazgos validan las características de los grupos escogidos para la investigación respecto a sus diferencias en el nivel de desempeño lector y también las características de los textos respecto a sus diferencias en el grado de dificultad.

- Con relación a las conductas de interacción con los hipertextos, en general se observó que en ambos grupos aumentó progresivamente el número de palabras e imágenes exploradas en la medida en que aumentaba la extensión y la dificultad de los textos. Pero el estadístico T de students aplicado para determinar si existían diferencias entre los grupos respecto al número de palabras e imágenes exploradas, arrojó que sólo se dieron diferencias en el número de palabras frente a los textos incompletos. Parece ser que los textos completos, con posibilidad de examinar tanto palabras como imágenes, estimulaban a ambos grupos por igual para explorarlas. Este mismo resultado se dio cuando se comparó el número de veces que los sujetos entraban a páginas distintas independientemente del número de palabras e imágenes exploradas, es decir, hubo diferencias moderadas entre los grupos frente a los textos incompletos y no frente a los completos.

- En hipertextos cerrados y poco extensos, como los que se utilizaron en la investigación, los esquemas de lectura lineal a la que están acostumbrados los estudiantes puede constituirse en una transferencia positiva para comprender las ideas de los textos en formato hipermedial, pero como sugieren Conklin (1987) y Landow (1995), con la información en una estructura hipermedial más compleja como a la que se enfrentan en Internet cotidiana-mente requiere que el usuario rompa con una tradición de presentación lineal-secuencial de la información. Para Bartolomé (1996), el estudiante carece de destrezas de acceso

no lineal, destrezas que van adquiriendo vía ensayo error y que deberían ser desarrolladas a través de la intervención educativa.

- En un sentido más amplio, las posibilidades que se abren con la utilización de hipertextos permiten apartarse de supuestos convencionales de la escuela, por ello:

- o La utilización de los ambientes hipertextuales debe integrarse en el proceso de enseñanza aprendizaje.

- o Integrar su uso en los proyectos docentes supone ofrecer una respuesta a las exigencias de una nueva textualidad desde las instancias educativas.

- o El hipertexto didáctico constituye un reto importante para el docente y exige de él un nuevo rol, en tanto que aporta por su carácter integrador los medios para un trabajo más interdisciplinario.

- o Para el estudiante un ambiente hipertextual ofrece posibilidad de nuevos y múltiples encuentros, con uno y múltiples textos al mismo tiempo que permite desarrollar su capacidad representacional.

- o El lector de hipertextos será un lector fortalecido, en la medida en que cuente con la posibilidad de recorrer, siguiendo sus intereses, el texto que se le ofrece, y será un creador también, en cuanto sea capaz de modificar el resultado a través de múltiples recursos técnicos.

En esa perspectiva, los factores inherentes al uso de las TIC y del hipertexto en particular, son susceptibles de provocar cambios importantes y tal vez radicales en la enseñanza y de afectar los conceptos afines de materias, planes de estudio y sistemas de evaluación.

- Como cada día se incrementa la utilización de los hipertextos en la enseñanza es necesario diseñar lecciones para los diferentes aprendices y cada vez de menor edad. El diseño efectivo de lecciones de hipertexto brinda aspectos desconocidos aún en este campo: ¿Qué tanta libertad deberán tener al navegar en estos ambientes?, ¿Se le debería brindar a los aprendices con diferentes niveles de conocimiento lecciones de diferentes características?

Maldonado Granados Luis Facundo, et al (2003) del grupo de investigación TECNICE de la Universidad Pedagógica Nacional desarrollaron la investigación titulada Agente Q para estructuración de sistemas conceptuales: validación en entornos hipertextuales y textuales.

Los objetivos del proyecto fueron:

- Diseñar un agente de software que maneje la estructura de metodología Q y pueda ser alimentado con una fuente de información en forma de hipertexto o texto electrónico genérico.
- Evaluar el efecto comparativo del uso de ambientes hipertextuales y con documentos impresos sobre el desarrollo de competencias cognitivas de comprensión de textos.

Las hipótesis formuladas fueron:

- Tomando como variable dependiente una prueba de competencias en comprensión de textos, se esperaría que los estudiantes que usan el agente Q, obtengan puntajes más altos.
- Comparadas las dos formas de uso del agente Q, se espera que los estudiantes que lo utilizan en el estudio de un hipertexto obtengan mejores resultados frente a quienes lo utilizan para estudiar un documento impreso.

Los resultados mostraron que hay diferencias significativas en la prueba de evaluación entre los estudiantes que usaron como ambiente de aprendizaje un hipertexto con agente Q y los que sólo usaron el hipertexto; estos resultados permiten interpretar que el modelo mental de los estudiantes evolucionó hacia el modelo conceptual representado en el hipertexto por los expertos. El agente Q trabaja directamente sobre la estructura ontológica de representación y sobre las relaciones en esta estructura.

“Los hipertextos tienen algunas animaciones y grabaciones de voz que pudieron incidir en la mejor comprensión y recuerdo de la información. En un estudio reciente (Maldonado y Sequeda, 2002) se encuentra que los estudiantes que tienen acceso a hipertextos con animaciones recuerdan mejor la información que quienes sólo disponen de texto y gráficas, o sólo texto”⁸.

Moreira R. Gustavo (2004) del Ministerio de Educación de Chile presentó la ponencia titulada Sistema de Aprendizaje Basado en el Web para Facilitar el Desarrollo del Pensamiento, en la cual propone crear una web que posibilite el aprendizaje, desarrolle destrezas del pensamiento (de orden superior) tales como: comparar, clasificar, inferir, generalizar, evaluar, experimentar, analizar, que permiten la apropiación de información y conceptos. Además pretende que se logre el desarrollo de actitudes personales y valores de convivencia tales como: autocontrol, responsabilidad individual, autonomía de acción guiada por valores y principios éticos, métodos de trabajo, etc.

La propuesta consiste en utilizar un Editor de Recursos de Aprendizaje (ERA) que permita al docente elaborar situaciones de aprendizaje en formato digital bajo el método infuso (infusing learning), basado en el supuesto que es más fácil lograr la transferencia de destrezas (habilidades) de pensamiento en los alumnos cuando éstos aprenden en las propias asignaturas donde tendrán que utilizar los procesos.

El diseño y elaboración del material pedagógico responde a una estructura que se denomina “Situación de Aprendizaje” que consta de un conjunto de componentes que activa el docente a voluntad, en un trabajo iterativo, en función de los objetivos a lograr: entendimiento, práctica y/o difusión de “hábitos mentales” de acuerdo a los siguientes pasos:

- Paso 1:** Escribir la introducción
- Paso 2:** Diseñar la estructura organizativa
- Paso 3:** Seleccionar las actividades de aprendizajes (Desarrollo del pensamiento).
- Paso 4:** Agregar el organizador gráfico.
- Paso 5:** Agregar tareas y/o ejercicios.
- Paso 6:** Agregar mensaje con la presentación de los hábitos mentales.

⁸ Maldonado Luis Facundo, et. al. Agente Q para estructuración de sistemas conceptuales: validación en entornos hipertextuales y textuales. En memorias del 8vo Taller Internacional de Software Educativo TISE, 2003. Chile.

“Esta aplicación es una propuesta metodológica para la elaboración de una situación de aprendizaje por parte de los docentes de una manera dinámica y creativa, utilizando el modelo de las cinco dimensiones de aprendizaje de Robert Marzano (1992). Adicionalmente, pretende ser una alternativa que permita al alumno entender los contenidos y ponerlos en práctica a través de estrategias de intervención que faciliten el desarrollo de destrezas del pensamiento”⁹.

1.3. CONCEPTUALIZACIÓN

1.3.1. Cognición: El término cognición proviene del latín *cognitio* que quiere decir conocimiento alcanzado mediante el ejercicio de las facultades mentales; lo que implica la existencia de un tipo de habilidad a la que se denomina facultad o capacidad mental, explicada como función o como estructura.

La cognición esta íntimamente relacionada con conceptos tales como mente, percepción, razonamiento, inteligencia, aprendizaje y muchos otros que describen numerosas capacidades de los seres humanos. El estudio de los procesos cognitivos, que pueden ser naturales o artificiales, ha sido abordado desde diferentes perspectivas entre las que se encuentran: la neurología, la psicología, la filosofía y las ciencias de la información (la Inteligencia Artificial y la Gestión del Conocimiento).

Habilidades Cognitivas: Las habilidades cognitivas son las operaciones mentales que el estudiante emplea para aprender en una situación dada. Cuando estas habilidades se clasifican y generalizan se habla de capacidades, en cambio cuando se especifican, se habla de destrezas. En este mismo sentido las define Kirby¹⁰, para quien las habilidades son rutinas cognitivas que se utilizan para llevar a cabo tareas específicas para el manejo o uso de una cosa.

A partir de las variadas clasificaciones dadas por los autores estudiosos de la psicología cognitiva (De Vega, 1995; Case, 1985; Mayor y Piniillos, 1991; Stemberg, 1991), así como de los programas de aprender a aprender y de mejora de la inteligencia (De Bono, 1987; Feuerstein, 1980; Domínguez 1980) se establece la siguiente clasificación:

- Habilidades cognitivas

⁹Moreira R. Gustavo. Sistema de Aprendizaje Basado en el Web para Facilitar el Desarrollo del Pensamiento. En memorias IX Taller Internacional de Software Educativo TISE, 2004 Chile. Pág 29

- **Habilidades descriptivas:** suponen, entre otros ejemplos, contar, resumir, enumerar, resaltar, describir narrar, esquematizar, entre otras.
- **Habilidades analíticas:** suponen clasificar, relacionar, cotejar, agrupar, analizar, comparar, contraponer, generalizar, medir, entre otras.
- **Habilidades críticas:** suponen tareas como evaluar, enjuiciar, justificar, apreciar, criticar, elegir, matizar, discutir, discernir, entre otras.
- **Habilidades creativas:** supone, entre otras posibles tareas, transformar, inventar, aplicar, imaginar, diseñar, detectar problemas, cambiar, redefinir, encontrar analogías diferentes, producir ideas originales.
- **Habilidades de razonamiento:** consiste en seleccionar el tipo de razonamiento que la propia tarea exige al estudiante:

o Deductivo: de lo general a lo particular

o Inductivo: de lo particular a lo general

o Hipotético deductivo: señalar posibles estrategias o caminos, afirmaciones que hay que demostrar.

o Resolución de problemas: buscar soluciones ante un problema dado.

Razonamiento deductivo: “el razonamiento deductivo es la capacidad de razonar de acuerdo con los principios de la lógica deductiva. La lógica deductiva se ocupa de la validez de los argumentos: un argumento deductivo es válido sólo y cuando su conclusión se sigue de sus premisas como consecuencia necesariamente lógica de ellas”¹¹.

El razonamiento deductivo sólo se aplica a estados de cosas ideales o a estados de cosas reales concebidos como ideales, separándose un poco de la realidad.

El proceso es como sigue:

- Se forma en la imaginación una representación diagramática de los hechos, puede ser icónica o esquemática. Peirce Charles¹² indica que en personas ordinarias ésta representación siempre es una imagen

¹¹ Nickerson Raymond, et. Al. Enseñar a pensar. Aspectos de la aptitud intelectual. Ed. Paidós Barcelona 1994. Pág 136.

¹² Peirce Charles, Reasoning. 1901. Traducción castellana de Sara Barrena. Disponible en <http://www.unav.es/gep/Reasoning.html> consultado el 1 de agosto de 2006.

visual, o mezcla de visual y muscular. Si es visual, será geométrica, en la que las relaciones espaciales representan las relaciones sostenidas entre las premisas, o algebraica, donde las relaciones son expresadas por objetos que son imaginados como sujetos de ciertas reglas, ya sean convencionales o experimentales.

- El diagrama, que ha sido construido para representar intuitivamente o semi intuitivamente las mismas relaciones que son expresadas abstractamente en las premisas es después observado, y una hipótesis sugiere por sí misma que hay una cierta relación entre algunas de sus partes o quizás esta hipótesis ha sido ya sugerida.
- Se hacen varios experimentos sobre el diagrama para probar esto. Como es parte de la hipótesis el que sólo una clase de condición muy limitada puede afectar el resultado, la experimentación puede hacerse muy rápido, y se ve que la conclusión es obligada a ser verdadera por las condiciones de la construcción del diagrama. Esto se llama razonamiento diagramático o esquemático.

En el contexto del razonamiento deductivo se han propuesto dos explicaciones sobre cómo razonan los sujetos: las teorías de Reglas Formales de Inferencia y la Teoría de Modelos Mentales.

Las Teorías de Reglas Formales, predicen que la dificultad de un razonamiento depende del número de reglas que es necesario activar para generar la conclusión y de la dificultad de dichas reglas.

Para la Teoría de Modelos Mentales, la dificultad en un razonamiento está modulada por el número de modelos mentales que el sujeto necesita elaborar para generar la conclusión.

Las investigaciones actuales consideran que el razonamiento humano tiene una naturaleza pragmática. Es decir, hay una serie de variables como son el contenido de los enunciados, su relación con el mundo empírico, el conocimiento que dicho contenido evoca en el sistema de creencias de los sujetos, el contexto, etc., que parecen modular la interpretación de las premisas y la inferencia generada. Estas variables pueden influir sobre el razonamiento facilitando o no la ejecución correcta. Teorías de Reglas Formales de Inferencia: los primeros modelos teóricos de razonamiento deductivo, se centraron en analizar el carácter

racional o no racional del razonamiento humano. Las denominadas teorías racionalistas y no racionalistas eran planteamientos teóricos que trataban de investigar si los sujetos razonaban o no de acuerdo con la lógica.

De acuerdo con Piaget, quien planteó las primeras teorías de reglas formales, los sujetos poseen una competencia lógica que se concreta en un conjunto de reglas innatas, análogas a las reglas prescritas por la lógica, que les permiten razonar de forma correcta. Posteriormente surgieron las teorías basadas en las lógicas naturales que tratan de dar una visión más plausible sobre los procesos de inferencia.

Las reglas que activan los sujetos para razonar reflejan el significado lingüístico concreto de cada una de las conectivas proposicionales: “si”, “y”, “o”, etc. Estas teorías explican el proceso de razonamiento a partir de tres fases:

1. Determinar la forma lógica de las premisas sobre las que se ha de razonar.
2. Acceder al repertorio mental de reglas de inferencia para activar la regla pertinente, con el fin de reducir la prueba de la conclusión.
3. Traducir dicha conclusión libre de contenido, al contenido concreto de las premisas sobre las que el sujeto razona.

En general, las teorías de las lógicas naturales consideran que los principales factores que determinan la complejidad del razonamiento son dos:

1. El número de reglas que es necesario activar para generar la conclusión.
2. El tipo de reglas y estrategias implicadas en el proceso.

Los Modelos Mentales Lógicos: son esquemas de memoria de trabajo temporal establecidos para realizar tareas inmediatas de razonamiento como son las inferencias de proposiciones. Esta teoría permite explicar la generación de inferencias deductivas sin necesidad de activar reglas formales de inferencia, sino mediante un procedimiento semántico de construcción y evaluación de modelos, desde el significado de las premisas.

En este sentido, el razonamiento humano está más preocupado con la verdad de las condiciones en el mundo (semántica) que en la forma lógica (sintaxis). El argumento es que las personas no razonan usando reglas abstractas, sino que construyen y combinan modelos mentales y generan inferencias consistentes con estos modelos. Los modelos están basados en las premisas dadas y en el conocimiento semántico general incluyen el significado de cuantificadores y conectores (estas son palabras o conjuntos de palabras que sirven para indicar cantidad o para unir unas oraciones con otras o partes de las mismas).

Los modelos consisten en señales simbólicas que representan las propiedades de entidades y preservan las relaciones entre entidades. Estos modelos son esencialmente situaciones imaginadas que representan las condiciones verdaderas de las proposiciones, pero no se adoptan para asumir una forma particular (perceptual, proposicional, etc.); sino que lo que importa es la estructura de los modelos.

La teoría del modelo mental se originó para explicar el razonamiento silogístico, pero se ha extendido mucho. El proceso de razonamiento empieza con la formación de modelos que representan situaciones basadas en las premisas.

Errores del razonamiento deductivo: la validez del razonamiento deductivo atañe a la forma del argumento, no a su contenido; presumiblemente ese hecho está detrás de una serie de errores que comete la gente al tratar de razonar en forma deductiva. Los errores más frecuentes son:

Empleo de criterios inválidos:

o Confusión entre verdad y validez: cuando los sujetos entran en conflicto entre lo que creen y la lógica, se dejan llevar por sus creencias y no aplican la lógica adecuadamente.

o Confusión entre coherencia y validez: cuando la conclusión es coherente con la información dada, pero no constituye una deducción válida de ella.

o Confusión entre las formas de argumentación deductiva e inductiva: en algunos casos la afirmación del consecuente no parece deberse a la confusión entre inducción y deducción, sino a un intento desesperado de defender una hipótesis a cualquier precio.

o Confusión entre polaridad y validez: es la tendencia a aceptar como válidas aquellas proposiciones que tienen antecedentes afirmativos y consecuentes negativos.

»»Errores debidos a términos difíciles

o La conjunción: en los procesos mentales la conjunción o, exige más recursos de evaluación que la conjunción y.

o Utilización ineficaz de información negativa: los sujetos presentan mayor dificultad al utilizar información negativa en la evaluación de argumentos deductivos; por esto las negaciones, implícitas o explícitas, en las premisas o la conclusión de un argumento deductivo aumentan la probabilidad de error en el razonamiento.

»»Alteración de la representación

o Conversión de las premisas: cuando se interpreta [A implica B] como [A equivale a B] y también cuando no se diferencia entre [Todos los A son B] y [Todos los B son A].

o Adición de inferencias pragmáticas: en el ejemplo [Juan golpeó el calvo], el lector infiere que lo golpeó con un martillo, la cual se constituye en la inferencia pragmática y puede cambiar las conclusiones susceptibles de deducción válida.

o La falacia de los términos medios no intercambiables: cuando se representa un argumento deductivo asignando diferentes significados a un mismo término.

o Introducción de la circularidad en el argumento: cuando se añade a la premisa información que equivale esencialmente a la conclusión.

Inferencias: “el razonamiento es una operación lógica mediante la cual, partiendo de uno o más juicios (premisas), se deriva la validez, la posibilidad o la falsedad de otro juicio. Por lo general los juicios en que se basa un razonamiento expresan conocimientos ya adquiridos o, por lo menos, postulados como hipótesis. Cuando la operación se realiza rigurosamente y el juicio se desprende con necesidad lógica de los juicios antecedentes, el razonamiento recibe el nombre de inferencia.

Los juicios que sirven como punto de partida se denominan premisas y desempeñan la función de ser las condiciones de la inferencia. El resultado que se obtiene, es decir, el juicio inferido como consecuencia, es llamado conclusión¹³

Para establecer los niveles de una inferencia se tomará como referente la investigación Agentes de software generadores de preguntas y el desarrollo de la competencia cognitiva de hacer inferencias: La comprensión y la inferencia en diferentes niveles de profundidad en ambientes hipermediales desarrollada por Maldonado, et. al. De allí se toman las siguientes categorías:

- Nivel 1 de Inferencia

Para el nivel 1 de inferencia se procede a formular una premisa tomando información del nombre del nodo y de la ranura seleccionada. Luego se puede aplicar un cuantificador, un operador lógico y se pide al usuario que califique como verdadera o falsa la premisa. Para responder tendrá la opción de revisar la información en el nodo correspondiente.

- Nivel 2 de Inferencia

En el nivel 2 se evalúa la información teniendo en cuenta la categoría superior de la cual el nodo es subcategoría (Figura 1). La premisa se genera a partir de la información del nodo seleccionado y la otra a partir del nodo padre o categoría inmediatamente superior.

¹³ Gortari Eli de. Iniciación a la lógica. Editorial Grijalbo. México 1982 pág 123

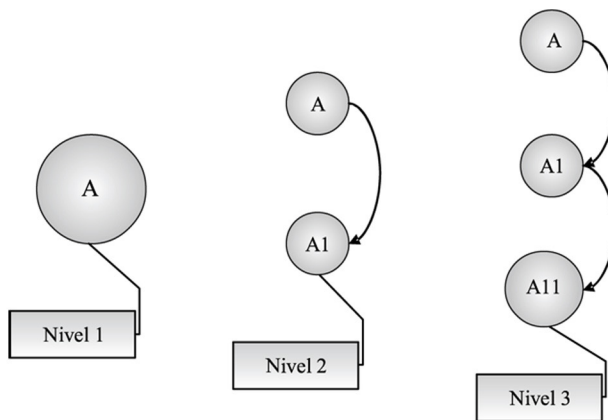


Figura 1. Niveles de inferencia. (Tomado de Maldonado 2004)

• Nivel 3 de Inferencia

En el tercer nivel se selecciona un nodo y se evalúa si tiene un abuelo o categoría con dos niveles de superioridad; luego se genera una premisa para cada uno de estos nodos y se pide al usuario que las califique como verdaderas o falsas.

- La neurociencia: es el estudio de la estructura, función, desarrollo, química, farmacología, y patología del sistema nervioso y de cómo los diferentes elementos del sistema nervioso interactúan y dan origen a la conducta.

El estudio biológico del cerebro es una área multidisciplinaria que involucra muchos niveles de estudio, desde el nivel molecular hasta el nivel conductual y cognitivo, pasando por el nivel celular (neuronas individuales), los ensamblajes y redes pequeñas de neuronas como las columnas corticales, y los ensamblajes grandes, como los de percepción visual, incluyendo sistemas como la corteza cerebral o el cerebelo, y el nivel más alto del sistema nervioso en completo.

La neurociencia cognitiva proporciona una nueva manera de entender el cerebro y la conciencia que podrá reemplazar o complementar la concepción que de ambos se tiene actualmente.

¹⁴ Maldonado L. Et. Al. La comprensión y la inferencia en el estudio de hipertextos con el apoyo de un agente generador de preguntas. Grupo Tecnice. En Memorias TISE 2004 (IX Taller Internacional de Software Educativo) pág 27 Santiago de Chile. 2004

La neurociencia explora campos tan diversos, como:

- La operación de neurotransmisores en la sinapsis.
- Los mecanismos biológicos responsables del aprendizaje.
- El control genético del desarrollo neuronal desde la concepción.
- La operación de redes neuronales.
- La estructura y el funcionamiento de redes complejas involucradas en la memoria, la percepción, y el habla.
- La estructura y funcionamiento de la conciencia.

Los hemisferios cerebrales: el cerebro humano está dividido en dos hemisferios.

- El hemisferio izquierdo, que tiene que ver con las funciones de: escritura, lógica, razonamiento y música rítmica.
- El hemisferio derecho, que tiene relación con las funciones de intuición, emoción, imaginación, creatividad artística y la música melódica.

Se puede decir que un hemisferio piensa y que el otro siente. El hemisferio izquierdo del cerebro controla el lenguaje y los pensamientos lógicos. Por el contrario, el hemisferio derecho del cerebro es el que está involucrado en la creación de imágenes y también en lo que se conoce como inspiración.

En la figura 2 se presenta un esquema del cerebro y las funciones que desempeña cada hemisferio.

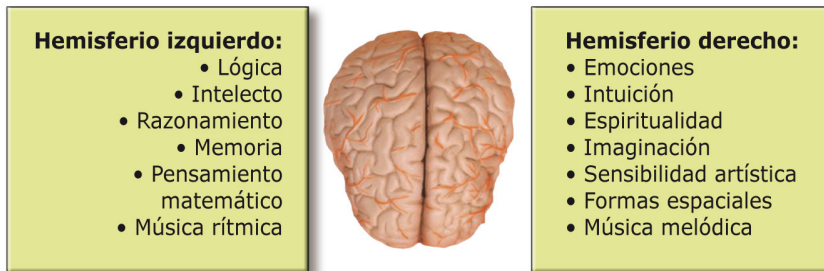


Figura 2. El cerebro y las funciones de cada hemisferio (Tomada de Centro de Estudios QBL, Los hemisferios cerebrales)¹⁵.

• **La neurociencia y el razonamiento deductivo:** las investigaciones que se realizan en el campo de la neurociencia emplean técnicas como fMRI (functional magnetic resonance imaging) imágenes de resonancia magnética y PET (positron emission tomography) tomografía por emisión de protones, que exploran el funcionamiento neuroanatómico del cerebro del sujeto cuando realiza funciones cognitivas. Algunas investigaciones del razonamiento desde la neurociencia han encontrado que:

• Una variedad de áreas del cerebro se activa por procesos de razonamiento. El hemisferio izquierdo resulta activado selectivamente con formas de razonamiento probabilístico, mientras que el hemisferio derecho se activa, cuando se trata de razonamiento deductivo.¹⁶

• Las regiones pre frontales derechas participan en el razonamiento deductivo, cuando no existe un referente conceptual concreto o cuando se trata de situaciones conflictivas o incoherentes.¹⁷

• El razonamiento acerca de situaciones conocidas involucra un sistema con los lóbulos frontal y temporal, mientras que el razonamiento acerca de situaciones desconocidas requiere un sistema viso espacial con los lóbulos frontal y parietal. Estos dos sistemas corresponden al método heurístico y al método formal respectivamente.¹⁸

¹⁵ Centro de estudios QBL, Los hemisferios cerebrales. Disponible en: http://www.qbl.com.uy/apuntes/los_hemisferios_cerebrales.htm consultado octubre 23 de 2007.

¹⁶ Parsons LM, Osherson D. New Evidence for Distinct Right and Left Brain Systems for Deductive versus Probabilistic Reasoning. *Cerebral Cortex*. 2001; 11: 954-965.

¹⁷ Goel V, Dolan RJ. Explaining modulation of reasoning by belief. *Cognition*. 2003; 87: 11-22

“Una de las enseñanzas que los educadores deben aprender, de los hallazgos reportados sobre la investigación en el área de la neurociencia, es que la efectividad de la instrucción aumenta en la medida en que el contenido se presenta no sólo en la modalidad verbal tradicional (estímulo al hemisferio izquierdo) sino también en la modalidad no verbal o figurativa (gráfica, imaginaria, pictórica u otra), lo cual contribuirá a estimular el hemisferio derecho. Lo anterior lleva a plantear la necesidad de utilizar en el aula de clase una estrategia de instrucción mixta, que combine las técnicas secuenciales, lineales, con otros enfoques que permitan a los alumnos ver pautas, hacer uso del pensamiento visual y espacial, y tratar con el todo, además de las partes. Al respecto, se podrían utilizar las siguientes estrategias de enseñanza: el pensamiento visual, la fantasía, el lenguaje evocador, la metáfora, la experiencia directa, el aprendizaje multisensorial y la música”¹⁹.

Representación del Conocimiento: anotar, en algún lenguaje o medio de comunicación, descripciones o situaciones que se corresponden con aspectos destacados del mundo o con el estado de éste, a esto se denomina representación del conocimiento.

En lo referente a la Inteligencia Artificial (IA) esta representación debe ser tal que “una máquina inteligente pueda llegar a nuevas conclusiones sobre su entorno, mediante la manipulación formal de tales descripciones”²⁰.

La representación del conocimiento tiene como objetivos:

- Facilitar el proceso de aprendizaje, pues sirve de modelo cognitivo que ayuda a responder la pregunta ¿cómo representamos nosotros la realidad?
- Ayudar a la resolución de problemas al facilitar la generación de modelos conceptuales.

El conocimiento puede ser representado como imágenes mentales en nuestros pensamientos, como palabras habladas o escritas en algún lenguaje, en forma gráfica o en imágenes, como cadenas de carac-

18 Goel V, Makale M. The Hippocampal System Mediates Logical Reasoning about Familiar Spatial Environments. Journal of cognitive neuroscience. 2004, 16 pág 654-664.

19 Alonso Lauro, Los hemisferios cerebrales, Centro de estudios QBL, Disponible en: http://www.qbl.com.uy/apuntes/los_hemisferios_cerebrales.htm consultado octubre 23 de 2007.

terres o colecciones de señales eléctricas o magnéticas dentro de un computador. Algunas formas de representar conocimiento son:

- Lógica
- Redes semánticas
- Teoría de marcos
- Web semántica

Ontologías: una ontología puede ser conceptualizada como una taxonomía o como un espacio semántico. Sirve para definir las relaciones entre entidades que conocemos y el lenguaje que utilizamos. Cuando se tiene una ontología, se puede preguntar y dar explicaciones. Dicho de otra forma, la ontología define el conjunto de clases y relaciones jerárquicas, sistémicas, causales, necesarias para la comunicación y para desarrollar escritos, diagramas o programas de computador.

Gruber, (1995) y Van Heijst et al. (1996) definen una ontología como una especificación del nivel de conocimiento explícito en una conceptualización, el cual puede estar afectado por un dominio o campo particular del saber. En esta lógica, la representación formal de un cuerpo de conocimiento se basa en una conceptualización definida a partir de los objetos, los conceptos y relaciones en un campo de interés.

Para la Inteligencia Artificial, lo que existe es lo que puede ser representado. Cuando el conocimiento de un dominio es representado en forma declarativa, el conjunto de objetos que puede ser representado se denomina universo del discurso. Este conjunto de objetos y las relaciones descritas a través de ellos se reflejan en un vocabulario que es representable en un programa. De esta forma, la ontología de un programa se describe a partir de la definición de un conjunto de términos representables. La descripción del significado de los nombres y las categorías que restringen la interpretación y utilidad de estos términos se construye a partir de definiciones asociadas a nombres de entidades en el universo del discurso, tales como clases, relaciones, funciones u otros objetos.

Estos elementos están vinculados al texto legible. Se puede decir que las ontologías tienen como principales objetivos, los siguientes²¹:

a. Compartir la comprensión común de la estructura de información en-

20 Russell y Norvig. Inteligencia Artificial: un enfoque moderno. Editorial Prentice Hall. 1996

tre personas o agentes de software, lo que debe revertir de forma positiva y casi necesaria en la extracción y recuperación de información, en páginas web, de contenidos conectados temáticamente.

b. Permitir la reutilización del conocimiento perteneciente a un dominio. Por ejemplo, a la hora de iniciar la elaboración de una ontología.

c. Permite hacer explícitos los supuestos de un dominio. Esta aseveración puede conducir a conclusiones muy interesantes para la representación del conocimiento más allá de consideraciones técnicas, operativas e informáticas.

d. Separa el conocimiento de un dominio del conocimiento que se puede denominar operacional. Con esto se alude a que, en ocasiones, el conocimiento que se está representando se puede implicar en diferentes áreas al pertenecer más a un conocimiento relacionado con procesos.

e. Hace posible analizar el conocimiento de un campo, por ejemplo en lo que se refiere al estudio de los términos y relaciones que lo configuran ya sea formalmente o no.

En las ontologías se pueden utilizar variadas maneras de representación, aquí se presentan los modelos de representación: jerárquica, sistémica y causal.

• **Representación Jerárquica:** una organización jerárquica facilita la modularidad para permitir describir clases de conceptos utilizando representaciones simples de alto nivel. Las jerarquías son útiles en la medida en que representan y organizan conocimiento en términos de conceptos relacionados. Cada concepto de la jerarquía está relacionado con un concepto de nivel superior que se considera su padre.

• **Representación Sistémica:** el pensamiento sistémico contempla el todo y las partes, así como las conexiones entre las mismas, y estudia el todo para poder comprender las partes. Todo sistema se fundamenta en sus interacciones. En consecuencia, las relaciones entre sus partes y su influencia mutua son más importantes que la cantidad de partes que lo constituyen o el tamaño de las mismas.

²¹ Noy, N. F.; McGuinness, D. L. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, 2000. Disponible en: <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinnessabstract.html> consultado el 27 de marzo de 2007

• **Representación Causal:** “La habilidad para inferir relaciones causales es crucial para el proceso de razonamiento, y forma la base para aprender a actuar en el mundo. El conocimiento de relaciones causales nos da un sentido de entendimiento profundo de un sistema y un sentido de control sobre los estados del sistema.

El conocimiento de relaciones causales proviene de la habilidad para predecir las consecuencias de acciones que no han sido realizadas (Pearl, 2000). Las relaciones causa efecto se infieren de señales observables. De la misma forma, para inferir la estructura de una red de múltiples relaciones causa efecto, se debe comprender la interacción entre estas dos relaciones.”²²

En la representación causal, una relación está determinada por la influencia que tiene una entidad sobre otra. Este proceso se dificulta debido a que las relaciones causales no pueden ser observadas directamente, lo cual obliga a un individuo a hacer inferencias a partir de señales o con sus preconceptos.

Para inferir la estructura de una red de múltiples relaciones causa efecto, se considera que debe existir una comprensión de la manera como estas relaciones individuales interactúan.

Una forma de representar las relaciones causales es a través de los grafos dirigidos, donde los nodos representan el estado de las variables de un sistema, y las flechas representan las relaciones causales. La dirección de estos arcos va en el sentido causa efecto. El origen indica la causa, y el destino el efecto. En los sistemas de representación conceptual, las relaciones causales son aquellas en las que un nodo A determina a otro nodo B, con una relación de causa efecto. La figura 3 muestra un ejemplo de una relación causal de un terremoto y su efecto en la población.

²² SANABRIA R. Luis B. y MACIAS M. David. Formación de competencias docentes. Diseñar y aprender con ambientes computacionales. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. 2006. pág 37.



Figura 3. Relación causal (tomado de: Formación de competencias docentes. Luis Sanabria y David Macías)

• Resolución de Problemas

Desde la teoría del procesamiento de la información Richard Mayer propone un modelo de resolución de problemas, basado en los procesos de comprensión y solución, en los que intervienen cinco campos específicos de conocimiento: lingüístico, semántico, esquemático, estratégico y operatorio.

Para resolver problemas, como el siguiente que propone Mayer²³: “Una barca a motor viaja corriente abajo durante 120 minutos con una corriente de 8 Km. por hora. En el mismo viaje de regreso, corriente arriba, tarda 3 horas. Hallar la velocidad de la barca en aguas tranquilas”, es necesario que se produzcan dos procesos mentales:

En primer lugar, un proceso de comprensión que lleve a la representación interna del problema, traduciéndolo e integrándolo en las estructuras cognitivas del sujeto. A su vez, para realizar este proceso, se requieren tres tipos de conocimientos específicos:

- Conocimiento de la lengua en que está redactado el problema para entender las palabras que lo conforman.
- Conocimiento semántico para comprender los hechos que se comunican. En este caso, se debe saber que 120 minutos son dos horas, que los ríos tienen corriente abajo y arriba, etc.

- Conocimiento esquemático que le permita integrar el problema en una estructura cognitiva y saber lo que ha de hacer para resolverlo. En este ejemplo, tiene que conocer el esquema de “espacio = velocidad x tiempo” y el esquema mental de los problemas de “corrientes” que le permitirá crear la ecuación representativa del problema: $(\text{velocidad del barco} + \text{velocidad de la corriente}) \times (\text{tiempo corriente abajo}) = (\text{velocidad del barco} - \text{velocidad de la corriente}) \times (\text{tiempo corriente arriba})$.

En segundo lugar, una vez que se ha traducido e integrado el problema en la estructura cognitiva del sujeto, se ha de dar un proceso de solución que planifique, organice, aplique y evalúe las operaciones necesarias. Para ello, también se requieren otros dos conocimientos específicos:

- Conocimiento operatorio o algorítmico que realice las operaciones que son necesarias para resolver el problema. Así, en el ejemplo anterior, se han de dominar las operaciones básicas de cálculo aritmético (suma, resta y división) y algebraico (operar con paréntesis y despejar la incógnita).

- Conocimiento estratégico que planifique, secuencie, dirija y evalúe los distintos tipos de conocimientos: lingüístico semánticos, esquemáticos y algorítmicos.

En la figura 4 se representa la estructura de los procesos y conocimientos específicos, implicados en la resolución de problemas, según este modelo.

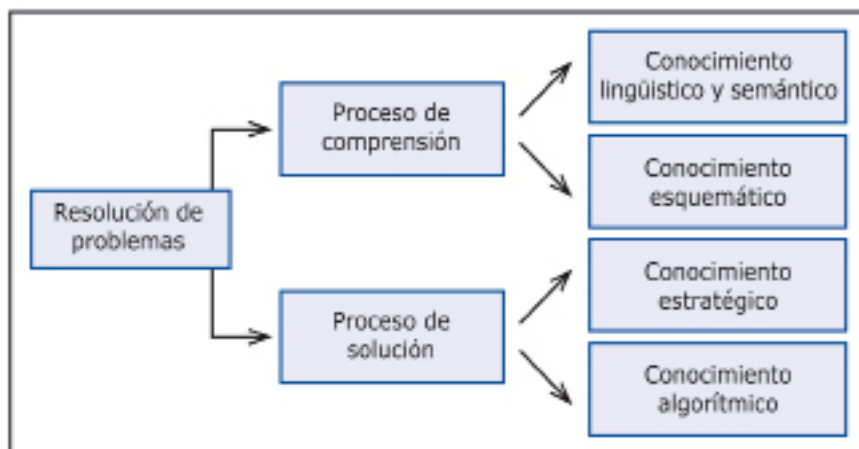


Figura 4: Procesos y conocimientos implicados en la resolución de problemas. (Basado en Mayer, 1985)

• Didáctica de la física mecánica

“La enseñanza de las ciencias en general y de la Física en particular, han estado signadas por diversas tendencias, entre las cuales se pueden destacar variadas propuestas de innovación, algunas de ellas fundamentadas teóricamente, otras responden a intuiciones muy generalizadas, a un ‘pensamiento docente espontáneo’ que impone sus ‘evidencias’, escapando así a la reflexión crítica. Estos planteamientos no teóricos están dejando paso a un esfuerzo de fundamentación y evaluación que une estrechamente la innovación a la investigación didáctica”²⁴

“Según Ausubel, los problemas generados por la enseñanza tradicional no se deben tanto a su enfoque expositivo como al inadecuado manejo de los procesos de aprendizaje de los alumnos, por lo que, para fomentar la comprensión, o en su terminología un aprendizaje significativo, no hay que recurrir tanto al descubrimiento como a mejorar la eficacia de las exposiciones. Para ello hay que considerar no sólo la lógica de las disciplinas sino también la lógica de los alumnos.

De hecho para Ausubel el aprendizaje de la ciencia consiste en transformar el significado lógico en significado psicológico, es decir en lo-

²⁴ Gil Pérez, D., y Valdés Castro, P. Tendencias actuales en la enseñanza aprendizaje de la Física, en Temas escogidos de la didáctica de la Física. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba. 1996

grar que los alumnos asuman como propios los significados científicos. Para ello la estrategia didáctica deberá consistir en un acercamiento progresivo de las ideas de los alumnos a los conceptos científicos...”²⁵

Entre las tendencias innovadoras más extendidas en las últimas décadas en el proceso de enseñanza de la Física que estos autores valoran se encuentran:

- Las prácticas de laboratorio como base del aprendizaje por descubrimiento.
- La transmisión recepción de conocimientos como garantía de un aprendizaje significativo.
- La utilización de las computadoras en la enseñanza.
- Las propuestas constructivistas como eje de transformación de la enseñanza de las ciencias.

Dominio de Conocimiento: El dominio de conocimiento es la Mecánica Vectorial, específicamente los cuerpos rígidos en equilibrio estático. A continuación se presenta de manera general esta temática.

Equilibrio de cuerpo rígido: a continuación se explican los términos empleados en la descripción del dominio de conocimiento.

Equilibrio: el equilibrio de un cuerpo rígido se define como la ausencia de aceleración respecto de un sistema de referencia inercial.

Cuerpo rígido: se define como un cuerpo ideal cuyas partes (partículas que lo forman) tienen posiciones relativas fijas entre sí cuando se somete a fuerzas externas, es decir no se deforman. Con esta definición se elimina la posibilidad de que el objeto tenga movimiento de vibración. Este modelo de cuerpo rígido es muy útil en muchas situaciones en las cuales la deformación del objeto es despreciable.

Por definición una partícula puede tener sólo movimiento de traslación. Si la resultante de las fuerzas que actúan sobre una partícula es cero, la partícula está moviéndose con velocidad constante o está en reposo; en este último caso se dice que está en equilibrio estático.

Pero el movimiento de un cuerpo rígido en general es de traslación y de rotación. En este caso, si la resultante tanto de las fuerzas como de los torques que actúan sobre el cuerpo rígido es cero, este no tendrá aceleración lineal ni aceleración angular, y si está en reposo, estará en equilibrio estático. La rama de la mecánica que estudia el equilibrio estático de los cuerpos se llama estática.

Condiciones de equilibrio: Para que un cuerpo rígido este en equilibrio estático se deben cumplir dos requisitos simultáneamente, llamados condiciones de equilibrio.

- La primera condición de equilibrio es la Primera Ley de Newton, que garantiza el equilibrio de traslación.
- La segunda condición de equilibrio, corresponde al equilibrio de rotación, se enuncia de la siguiente forma: la suma vectorial de todos los torques o momentos externos que actúan sobre un cuerpo rígido alrededor de cualquier origen es cero”.

Lo anterior se traduce en las siguientes dos ecuaciones, consideradas como las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido:

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0 \quad (1)$$

$$\sum \vec{\tau}_1 = 0 \Rightarrow \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 + \dots + \vec{\tau}_n = 0 \quad (2)$$

Como las anteriores ecuaciones son vectoriales, entonces se pueden expresar en sus componentes escalares así:

· Plano (X-Y)

$$\sum F_x = 0 \quad (3)$$

$$\sum t_y = 0 \quad (4)$$

$$\sum F_z = 0 \quad (5)$$

· Espacio

$$\sum F_x = 0 \quad (6)$$

$$\sum t_y = 0 \quad (7)$$

$$\sum F_z = 0 \quad (8)$$

$$\sum F_x = 0 \quad (9)$$

$$\sum F_y = 0 \quad (10)$$

$$\sum F_z = 0 \quad (11)$$

Como se aprecia para el plano resultan tres ecuaciones escalares y para el espacio seis ecuaciones escalares. Estas ecuaciones se pueden emplear para determinar fuerzas desconocidas que están aplicadas sobre el cuerpo rígido o reacciones desconocidas ejercidas sobre éste por sus puntos de apoyo, también denominados soportes o conexiones.

Soportes: se emplean primordialmente para impedir traslaciones; sin embargo, su diseño es tal que también impiden algunas rotaciones. Algunos tipos muy comunes de soportes se representan con modelos estilizados llamados convenciones de soporte. Los soportes reales a menudo se parecen a los modelos estilizados, pero aunque no se parecieran, se representa por medio de estos modelos si los soportes reales ejercen las mismas (o aproximadamente las mismas) reacciones que los modelos. En la figura 5 se presentan los soportes empleados en el plano que generan una reacción, es decir, una incógnita.

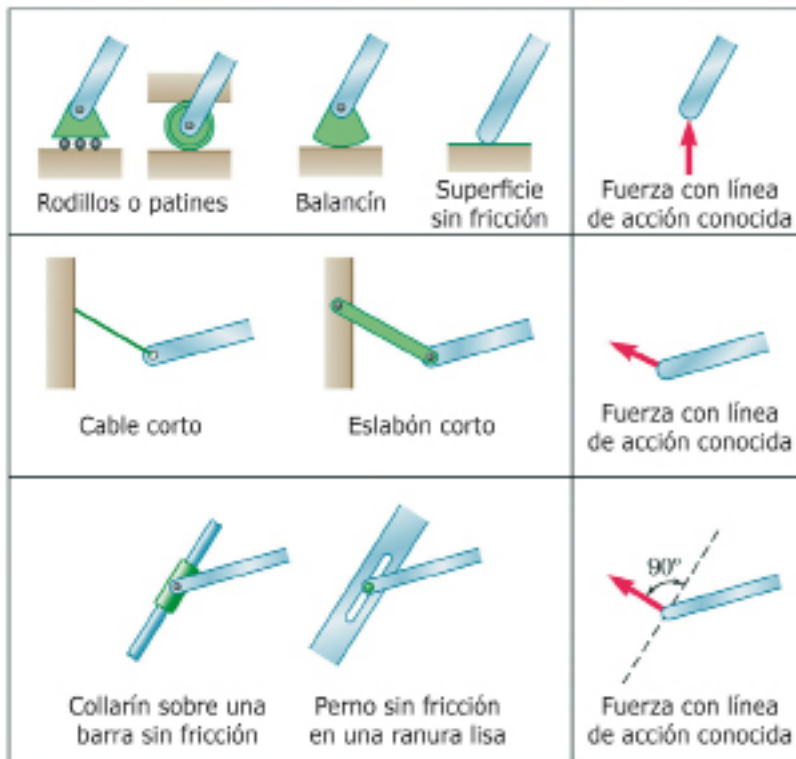


Figura 5. Soportes de una incógnita empleados en el plano (Tomado de: *Mecánica Vectorial para Ingenieros – Estática*. Beer & Johnston)

En la figura 6 se muestran los soportes empleados en el plano que generan 2 y 3 incógnitas.

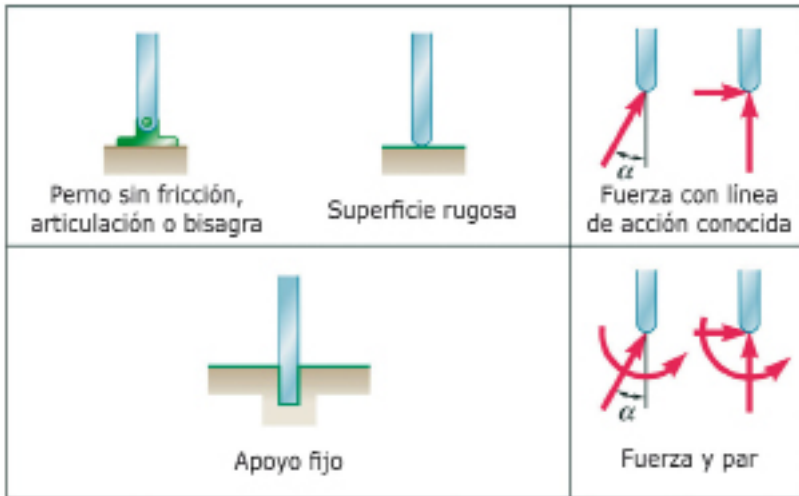


Figura 6. Soportes de dos y tres incógnitas empleados en el plano (Tomado de: *Mecánica Vectorial para Ingenieros – Estática. Beer & Jonhston*)

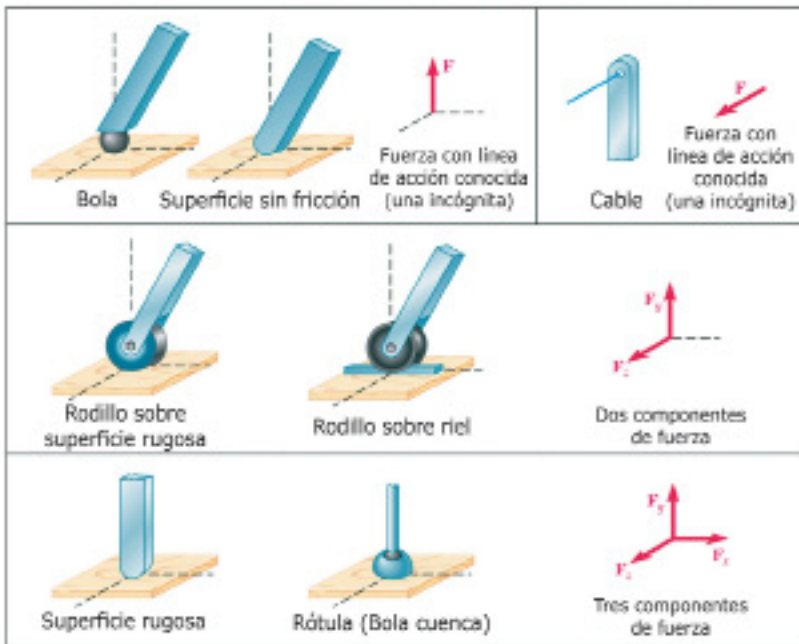


Figura 7. Soportes de una, dos y tres incógnitas empleados en el espacio (Tomado de: *Mecánica Vectorial para Ingenieros – Estática. Beer & Jonhston*)

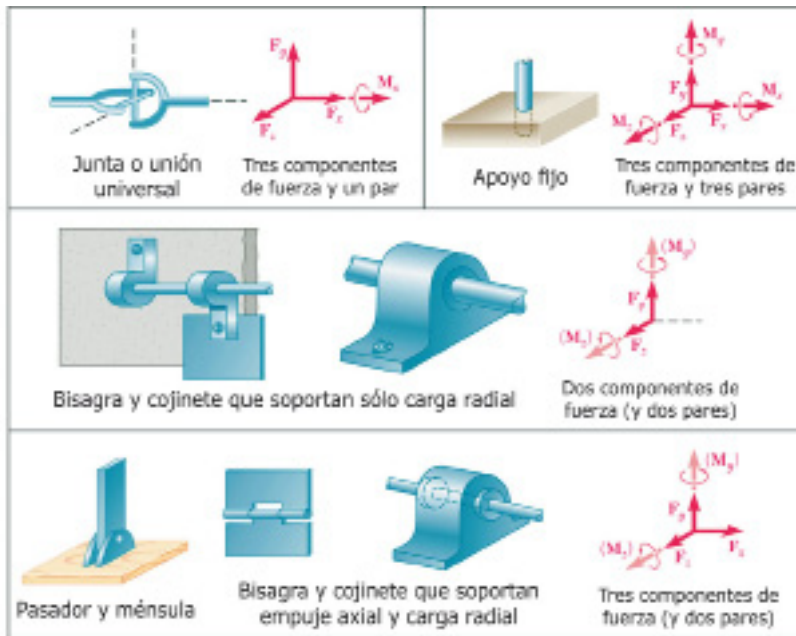


Figura 8. Soportes de cuatro, cinco y seis incógnitas empleados en el espacio (Tomado de: *Mecánica Vectorial para Ingenieros – Estática. Beer & Jonhston*)

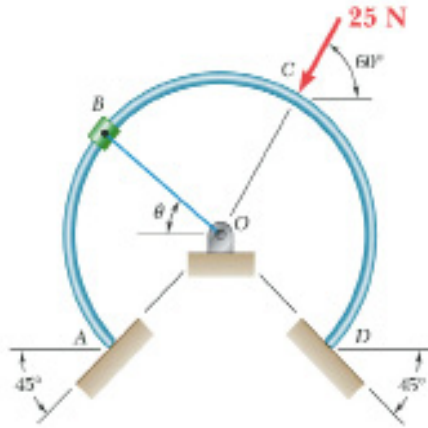
En las figuras 7 y 8 se presentan los apoyos empleados en el espacio, estos apoyos generan desde una hasta seis reacciones o incógnitas, que equivalen a cada uno de los movimientos que impiden.

Procedimiento de resolución de problemas: para resolver un problema de equilibrio de cuerpo rígido se debe seguir el procedimiento que se enuncia a continuación:

- Comprender el enunciado del problema y del diagrama que lo acompaña.
- Elaborar el diagrama de cuerpo libre
- Escribir las condiciones de equilibrio
- Resolver el sistema de ecuaciones lineales obtenido
- Comprobar la validez de los resultados obtenidos

A continuación se presenta la resolución de un problema de equilibrio de cuerpo rígido a manera de ejemplo.

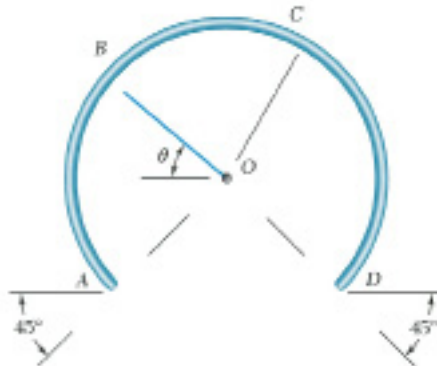
Enunciado: La barra ABCD está doblada en forma de un arco circular de 80 mm de radio y descansa sobre superficies sin fricción en A y D. Si se sabe que el collarín en B se puede mover libremente sobre la barra, y que $\theta = 45^\circ$, determine: a) la tensión en la cuerda OB y b) las reacciones en A y D.



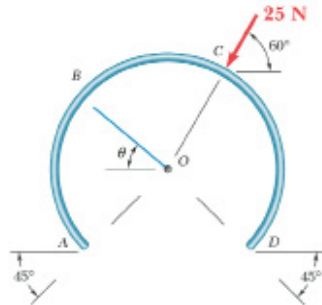
a. Comprensión del enunciado: del enunciado y diagrama se extrae la información clave para la resolución del problema.

- Se establece el tipo de problema: Equilibrio cuerpo rígido en el plano
- Se identifican las incógnitas: reacciones en A y D, y la tensión en la cuerda OB
- Se extraen los datos suministrados en el enunciado y/o diagrama
 $r = 80 \text{ mm}$, $\theta = 45^\circ$, $F_c = 25 \text{ N}$ a 60°

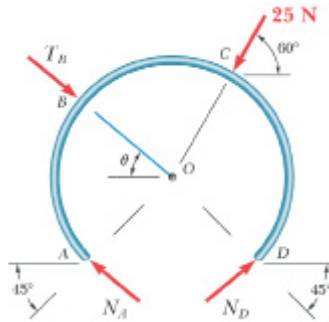
b. Elaboración del diagrama de cuerpo libre: se debe seguir los pasos que se muestran.



- Elaborar el diagrama del cuerpo con la geometría indicada: en este caso la barra circular



- Dibujar las fuerzas conocidas que actúan sobre el cuerpo: en este caso la fuerza que actúa en C de 25 N



- Dibujar las reacciones en los apoyos, según el tipo de apoyo: en este caso las fuerzas normales en A y D, y la tensión en la cuerda OB.

c) Escribir condiciones de equilibrio: como es un problema de equilibrio de cuerpo rígido en el plano, se escriben las tres ecuaciones de equilibrio correspondientes.

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= 0 & \Sigma F_y &= 0 & \Sigma M_z/O &= 0 \\ \Sigma F_x &= 0 \\ TB \cos \theta - N_A \cos 45^\circ + N_D \cos 45^\circ - 25 \cos 60^\circ &= 0 \\ \Sigma F_y &= 0 \\ -TB \sin \theta + N_A \sin 45^\circ + N_D \sin 45^\circ - 25 \sin 60^\circ &= 0 \\ \Sigma M_z/O &= 0 \\ ND \cdot r - NA \cdot r &= 0 \end{aligned}$$

d) Resolver el sistema lineal de ecuaciones:

$$\begin{aligned} TB \cdot \cos \theta - NA \cdot \cos 45^\circ + ND \cdot \cos 45^\circ - 25 \cdot \cos 60^\circ &= 0 \quad (1) \\ -TB \cdot \sin \theta + NA \cdot \sin 45^\circ + ND \cdot \sin 45^\circ - 25 \cdot \sin 60^\circ &= 0 \quad (2) \\ ND \cdot r - NA \cdot r &= 0 \quad (3) \end{aligned}$$

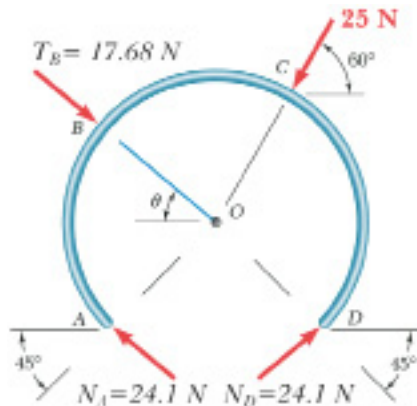
Reemplazando con los valores suministrados en el enunciado y simplificando se obtiene:

$$\begin{aligned} 0.707 \cdot TB - 0.707 \cdot NA + 0.707 \cdot ND &= 12.50 \quad (1') \\ -0.707 \cdot TB + 0.707 \cdot NA + 0.707 \cdot ND &= 21.65 \quad (2') \\ -NA + ND &= 0 \quad (3') \end{aligned}$$

Empleado cualquier método de resolución de sistemas de ecuaciones lineales simultáneas, se obtiene:

$$N_A = 24.1 \text{ N} \quad N_D = 24.1 \text{ N} \quad T_B = 17.68 \text{ N}$$

e) Comprobar la validez de los resultados obtenidos: se debe verificar la consistencia de los valores obtenidos. Para ello se puede comparar los órdenes de magnitud de las fuerzas, analizar las unidades, verificar los sentidos de las fuerzas (tensión en cuerdas, compresión no es posible, por ejemplo). Si es necesario, se deben reemplazar los resultados en las ecuaciones planteadas inicialmente.



Capítulo 2

DISEÑO METODOLÓGICO

En este capítulo se presenta la pregunta de investigación, las hipótesis, el objetivo general y los objetivos específicos; las variables y el diseño metodológico. Este último comprende: la descripción de la población, la conformación de los grupos experimentales, los instrumentos y el tratamiento estadístico que se hará con los resultados.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Para el trabajo se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿en un sistema computacional que presenta inferencias de tercer nivel, cuál es la combinación de parámetros más apropiada entre: tres sesiones y cinco inferencias por sesión; tres sesiones y diez inferencias por sesión; cinco sesiones y cinco inferencias por sesión; cinco sesiones y diez inferencias por sesión; para el desarrollo del razonamiento deductivo en estudiantes de ingeniería que resuelven problemas de equilibrio estático?

HIPÓTESIS

Ha1: Si se utiliza el programa “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos” entonces las habilidades de razonamiento deductivo desarrolladas por los estudiantes mejorarán.

Ho1: Si se utiliza el programa “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos” entonces las habilidades de razonamiento deductivo desarrolladas por los estudiantes no mejorarán.

Ha2: Hay diferencias en las habilidades de razonamiento deductivo desarrolladas por los cuatro grupos de estudiantes que utilizaron el “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos”

Ho2: No hay diferencias en las habilidades de razonamiento deductivo desarrolladas por los cuatro grupos de estudiantes que utilizaron el “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos”

OBJETIVOS

Objetivo General:

Establecer la combinación de parámetros más apropiada entre: tres sesiones y cinco inferencias por sesión; tres sesiones y diez inferencias por sesión; cinco sesiones y cinco inferencias por sesión; cinco sesiones y diez inferencias por sesión para el desarrollo del razonamiento deductivo en estudiantes de ingeniería que resuelven problemas de equilibrio estático.

Objetivos específicos:

- Rediseñar el prototipo de software educativo.
- Determinar la población que utilizará el prototipo de software educativo y aplicar el pre-test.
- Aplicar el prototipo de software educativo con los grupos experimentales.
- Evaluar el desarrollo de habilidades de razonamiento deductivo en cada uno de los grupos experimentales.

Variables

El enfoque metodológico que se empleó en este trabajo se enmarca dentro de la investigación experimental cuantitativa. Para esta investigación se definieron las variables así:

Variable independiente: El ambiente computacional empleado en las sesiones de trabajo, puede tomar cuatro valores:

- {A} tres sesiones y cinco inferencias por sesión
- {B} tres sesiones y diez inferencias por sesión
- {C} cinco sesiones y cinco inferencias por sesión
- {D} cinco sesiones y diez inferencias por sesión

Variable dependiente: las habilidades de razonamiento deductivo desarrolladas por los estudiantes reflejadas mediante el desempeño académico en el post-test.

DISEÑO METODOLÓGICO

El objetivo general de la investigación es establecer la combinación de parámetros más apropiada para el desarrollo del razonamiento deductivo en estudiantes de ingeniería que resuelven problemas de equilibrio estático. Se hizo un análisis estadístico mediante la aplicación de la prueba de Wilcoxon y la prueba de Kruskal-Wallis. El análisis se hizo con la ayuda del software estadístico SPSS 17.

Población: En total fueron 36 estudiantes distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos (A, B, C y D), cada uno con 9 miembros.

Grupos experimentales: Los grupos experimentales se constituyeron aleatoriamente y se trabajó en sesiones extraclase en el ambiente computacional implementado a través del aula virtual en la plataforma Moodle. Para verificar la homogeneidad de los grupos se aplicó un pretest al empezar el trabajo de campo. El diseño empleado es el que se presenta en la tabla 1.

Grupos	Parámetros	Diseño metodológico
A	3 Sesiones 5 Inferencias por sesión	R O ₁ X ₁ O ₂
B	3 Sesiones 10 Inferencias por sesión	R O ₁ X ₂ O ₂
C	5 Sesiones 10 Inferencias por sesión	R O ₁ X ₃ O ₂
D	5 Sesiones 10 Inferencias por sesión	R O ₁ X ₄ O ₂

Tabla 1. Diseño del experimento

Instrumentos: los instrumentos empleados en la investigación fueron:

- Pre-test: para verificar la homogeneidad de los grupos se aplicó una prueba antes de realizar la intervención, la cual consistió en una prueba escrita (ver anexo A) y en una prueba gráfica (test de Raven de 15 láminas) (Ver anexo B). La prueba escrita fue validada por expertos, a pesar de ser extraída del proyecto de inteligencia Harvard.²⁶
- Prototipo de software educativo: instrumento que se utilizó para realizar la intervención en los grupos experimentales (ver capítulo 3).
- Post-test: Para medir el desarrollo de habilidades de razonamiento

deductivo se aplicó una prueba que consta de dos partes: la primera parte es un test escrito (ver anexo C) que evaluó el desempeño académico después de la intervención con el prototipo de software y la segunda parte fue una prueba gráfica (Test de Raven de 39 láminas) (Ver anexo D).

Análisis e interpretación de resultados: los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente. Dicho análisis se hizo mediante la aplicación de la prueba de Wilcoxon para comparar el desempeño en habilidades de razonamiento deductivo de los estudiantes, antes y después de interactuar con el software educativo. También se efectuó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar el desempeño en habilidades de razonamiento deductivo de los estudiantes después de interactuar con el software educativo. El análisis se hizo con la ayuda del software estadístico SPSS 17

²⁸ [Megía Fernández Miguel. Proyecto de Inteligencia Harvard. Serie IV Resolución de problemas. España 2002](#)

Capítulo 3

DISEÑO TECNOLÓGICO

En este capítulo se presenta el diseño tecnológico que comprende: la representación del dominio de conocimiento a través de una estrategia jerárquica, el modelo del estudiante, el modelo pedagógico que se implementará en el software, el diseño del software educativo, la validación del software por parte de expertos y usuarios y la implementación del software educativo mediante un aplicativo web.

MODELO TECNOLÓGICO

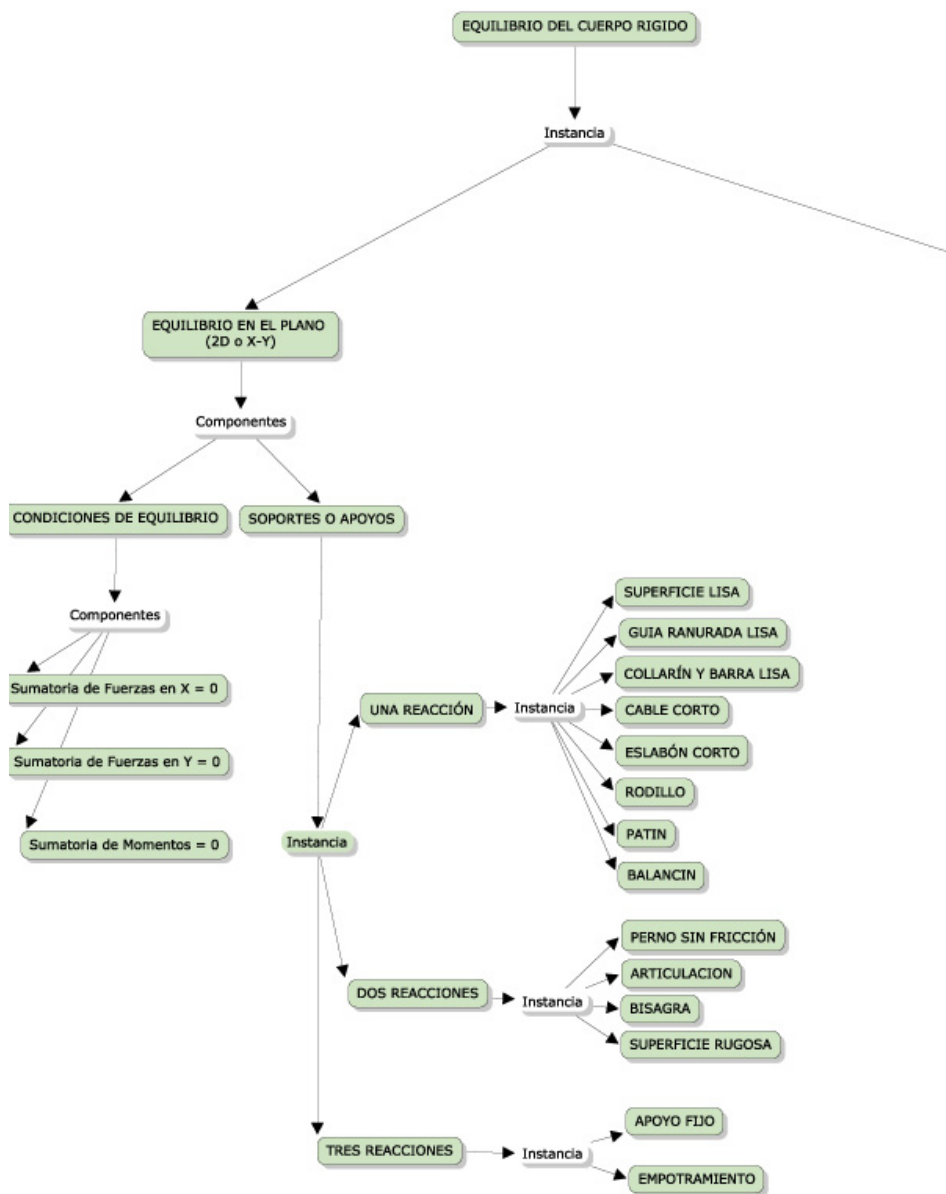
El software educativo que se desarrolló en la investigación está dirigido inicialmente a los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Aeronáutica de la Universidad de San Buenaventura; sin embargo, más adelante se podrá utilizar para estudiantes de otros programas que cursen la asignatura de Estática o Mecánica Vectorial.

MODELO DEL DOMINIO DE CONOCIMIENTO

El dominio de conocimiento fue representado mediante las ontologías, las cuales permiten definir el conjunto de clases y las relaciones jerárquicas necesarias para comunicar y desarrollar escritos, representar mediante diagramas o desarrollar programas de computador.

El mapa de navegación es representado mediante una ontología jerárquica, a través de éste se puede acceder a cada una de los conceptos o subtemas, desarrollados de manera hipertextual en un ambiente Web, en el que se encuentra explicado el concepto mediante texto e imagen, así como de animaciones en algunos casos.

En la figura 9 se muestra la representación ontológica jerárquica del dominio conocimiento, *el equilibrio estático del cuerpo rígido*.



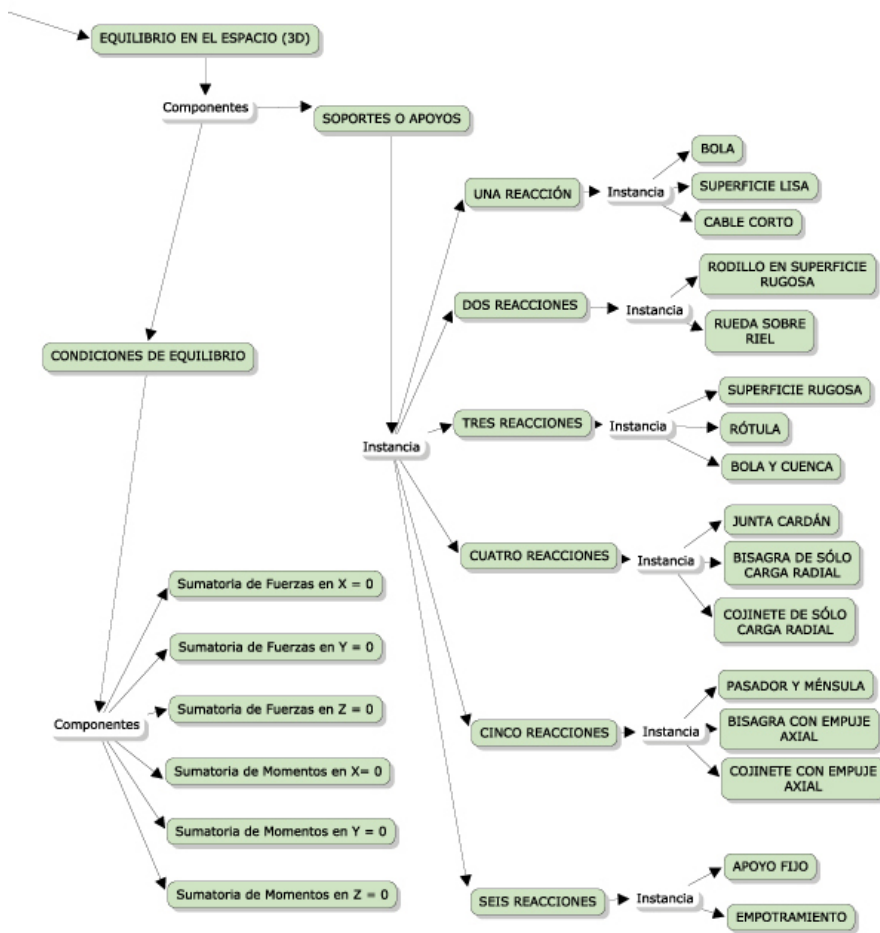


Figura 9. Representación ontológica jerárquica del dominio de conocimiento

El estudiante tiene la posibilidad de navegar por software educativo

utilizando los botones del mapa de navegación. El proceso de comprensión conceptual se verifica con una evaluación de selección falsa o verdadera para cada una de las inferencias presentadas las cuales pueden ser de primero, segundo o tercer nivel, según corresponda con el grupo al que pertenezca el estudiante y el número de sesión de estudio en que se encuentre. Se establecieron tres sesiones de estudio, una por cada nivel de inferencia.

A continuación se presentan un ejemplo de cada nivel de inferencia:

Inferencia de primer nivel: **si el apoyo es una superficie lisa entonces la reacción es una fuerza con línea de acción perpendicular a la superficie lisa.** La primera proposición o premisa toma la información del nodo superficie lisa y la conclusión también es tomada del mismo nodo. En la figura 10 se presenta el nodo empleado en el ejemplo y la parte adyacente de la ontología.



Figura 10. Ejemplo de inferencia de primer nivel

Inferencia de segundo nivel: **si se emplea como soporte una unión universal (junta cardán) que restringe cuatro grados de libertad entonces se obtiene una reacción con cuatro incógnitas.** La primera proposición o premisa toma la información del nodo junta cardán y la segunda premisa también es tomada del mismo nodo, pero la conclusión toma información del nodo padre cuatro reacciones. En la figura 11 se presentan los nodos empleados en el ejemplo y la parte adyacente de la ontología.



Figura 11. Ejemplo de inferencia de segundo nivel

Inferencia de tercer nivel: si un cuerpo rígido en el espacio está soportado por un apoyo de rótula entonces las condiciones de equilibrio determinan un sistema lineal de tres ecuaciones con tres incógnitas. La primera proposición o premisa toma la información del nodo espacio, la segunda premisa toma información del nodo rótula, y la conclusión toma información del nodo tres reacciones. En la figura 12 se presentan los nodos empleados en el ejemplo y la parte adyacente de la ontología.

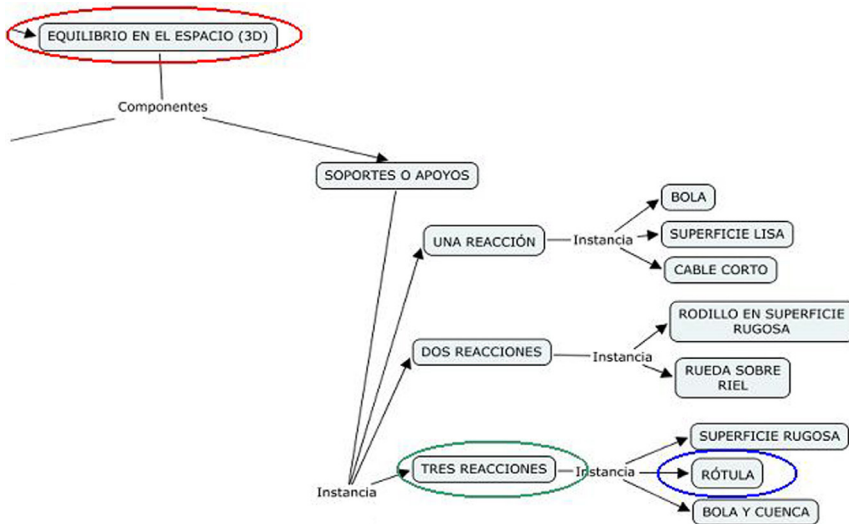


Figura 12. Ejemplo de inferencia de tercer nivel

MÓDULOS DEL SOFTWARE EDUCATIVO

El software educativo contiene dos módulos:

- El modelo del dominio de conocimiento desarrollado con un hipertexto sobre la unidad temática equilibrio de cuerpos rígidos, al cual puede acceder el estudiante mediante la interfaz inicial ingresando el código y el grupo al que fue asignado dentro de la investigación.
- El módulo del profesor, que permite al docente ingresar a los reportes de navegación y evaluación de cada uno de los grupos experimentales. Para ingresar, el docente debe escribir el nombre y documento de identidad, el cual fue previamente programado en la base de datos.

Modelo del Estudiante

El modelo del estudiante se centra alrededor de las preguntas: ¿Qué se desea que el estudiante conozca acerca del equilibrio de los cuerpos rígidos?. ¿Qué tipos de conocimientos debe tener un estudiante para poder resolver problemas de equilibrio de cuerpo rígido? El estudiante debe conocer cómo trabaja cada tipo de apoyo, conexión o soporte.

Por lo anterior se debe evaluar al estudiante acerca de:

- Si conoce los objetos de aprendizaje (si conoce los tipos de apoyos o soportes empleados en dos y tres dimensiones).
- Si conoce las reglas (si conoce que cada apoyo genera una reacción). En este criterio se evalúa el dominio sobre las relaciones que establece el estudiante, cada apoyo genera una determinada reacción, la cual, a su vez implica una incógnita.
- Si hace bien las operaciones (si en el diagrama suministrado identifica los apoyos utilizados y elabora bien el diagrama de cuerpo libre).

Modelo Pedagógico

El modelo pedagógico permite la interacción estudiante profesor, también a estos dos actores del proceso de aprendizaje con el prototipo de software educativo y al estudiante con el dominio de conocimiento.

El estudiante puede ingresar al software a través de la interfaz de comunicación estudiante base de datos de registro, una vez registrado se le presenta el mapa de navegación, el cual es una representación ontológica del dominio de conocimiento; desde dicho mapa el estudiante puede ingresar a todas las páginas web, en las que se presenta de manera hipertextual el dominio de conocimiento específico seleccionado por él; una vez que ha comprendido el hipertexto debe regresar al mapa de navegación para continuar con el estudio de los otros nodos de mapa; cuando el estudiante considere que se encuentra preparado puede ingresar a la evaluación, en ésta se muestran diez inferencias que son seleccionadas de forma aleatoria de la base de datos de inferencias y que pertenecen al nivel de inferencia del grupo y la sesión que le corresponde al estudiante.

La interacción del estudiante con el dominio de conocimiento tal como: nodo visitado, tiempo de lectura, inferencias presentadas en la evaluación, respuestas dadas por el estudiante y tiempos de respuesta son almacenados en la base de datos de registros. Esta base de datos puede ser consultada por el profesor y presentada al estudiante para la respectiva retroalimentación. La función principal del profesor es dirigir el proceso de interacción, orientar a los estudiantes cuando se requiera y retroalimentarlos después de realizada la evaluación. En la figura 13 se presenta el diagrama del modelo pedagógico implementado en el software.

“Los hipertextos se refieren a una organización no lineal y secuencial de la información, donde es el usuario quien decide el camino a seguir, y las relaciones a establecer entre los diferentes bloques informativos que se le ofrecen, pudiendo en algunos de ellos incluso comprobar nuevas relaciones no previstas por el diseñador del programa”²⁷.

²⁷ Cabero Almenara Julio. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Mc Graw Hill. España 2007

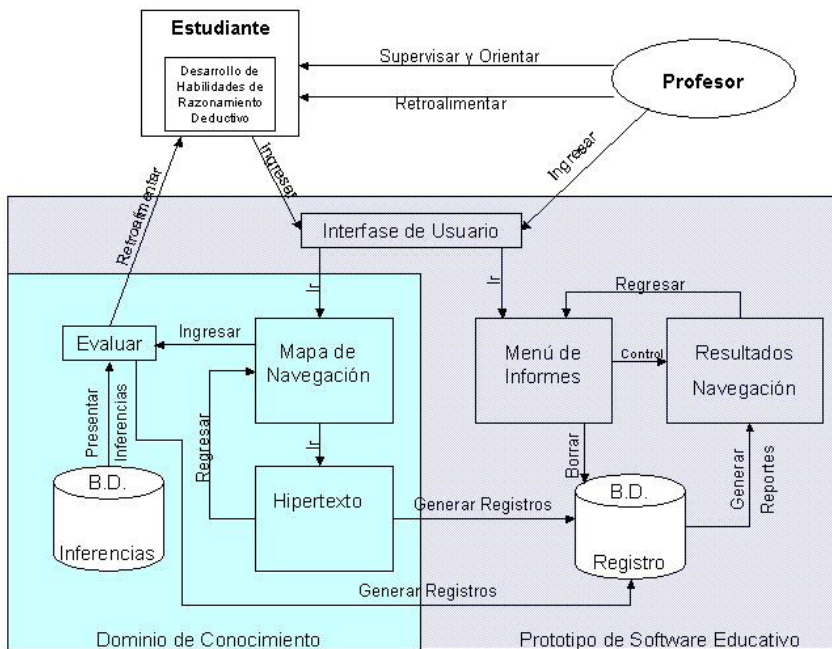


Figura 13. Modelo pedagógico del software educativo.

Se establece de lo anterior que el hipertexto es una nueva modalidad de presentar la información textual a los estudiantes, supone de entrada una interacción de tipo no lineal donde el estudiante puede elegir entre una gran cantidad de opciones posibles. El acceso a la información ya no está limitado a la forma cerrada y lineal característica del libro o de otros medios de comunicación.

En este caso el estudiante puede intervenir directamente y seleccionar la vía que mejor satisfaga sus necesidades de aprendizaje. Por tanto, el rasgo definitorio del hipertexto es la no linealidad, que supone un modelo más parecido a como se da el funcionamiento de la mente humana y por tanto de cómo se logra el aprendizaje.

Con estos nuevos elementos el proceso de aprendizaje se transforma radicalmente debido a que puede cambiar totalmente la dinámica que se da dentro del salón de clases al permitir que los estudiantes interactúen directamente con los materiales, facilitando con ello la construcción del conocimiento, el desarrollo de habilidades para la investigación, o la colaboración entre compañeros de clases.

Diseño del Software Educativo

El software educativo se diseñó con el modelo Cliente/Servidor. A continuación se presentan algunas características que se deben tener en cuenta en la implementación del prototipo que se requiere para la investigación:

- El cliente y el servidor pueden actuar como una sola entidad y también pueden actuar como entidades separadas, realizando actividades o tareas independientes.
- Las funciones de cliente y servidor pueden estar en plataformas separadas, o en la misma plataforma.
- Un servidor da servicio a múltiples clientes en forma concurrente.
- Cada plataforma puede ser escalable independientemente. Los cambios realizados en las plataformas de los Clientes o de los Servidores, ya sean por actualización o por reemplazo tecnológico, se realizan de una manera transparente para el usuario final.
- La interrelación entre el hardware y el software están basados en una infraestructura poderosa, de tal forma que el acceso a los recursos de la red no muestra la complejidad de los diferentes tipos de formatos de datos y de los protocolos.
- Un sistema de servidores realiza múltiples funciones al tiempo que presenta una imagen de un solo sistema a las estaciones Clientes. Esto se logra combinando los recursos de cómputo que se encuentran físicamente separados en un solo sistema lógico, proporcionando de esta manera el servicio más efectivo para el usuario final. También es importante hacer notar que las funciones cliente/servidor pueden ser dinámicas. Ejemplo, un servidor puede convertirse en cliente cuando realiza la solicitud de servicios a otras plataformas dentro de la red.
- Su capacidad para permitir integrar los equipos ya existentes en una organización dentro de una arquitectura informática descentralizada y heterogénea.
- Además se constituye como el nexo de unión más adecuado para reconciliar los sistemas de información basados en mainframes o minicomputadores, con aquellos otros sustentados en entornos informáticos pequeños y estaciones de trabajo.
- Designa un modelo de construcción de sistemas informáticos de carácter distribuido.

La arquitectura cliente/servidor puede incluir múltiples plataformas, bases de datos, redes y sistemas operativos. Estos pueden ser de dis-

tintos proveedores, en arquitecturas propietarias y abiertas y funcionando todos al mismo tiempo. En la figura 14 se presenta un ejemplo.



Figura 14. Modelo Cliente/Servidor

Modelado UML: por sus siglas en inglés UML, Unified Modeling Language, es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad; aún cuando todavía no es un estándar oficial, está apoyado en gran manera por el OMG (Object Management Group). Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software. UML ofrece un estándar para describir un plano del sistema (modelo), incluye aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables.

“Es importante remarcar que UML es un lenguaje para especificar y no un método o un proceso, se utiliza para definir un sistema de software, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir en el lenguaje en que está descrito el modelo. Se puede aplicar en una gran variedad de formas para soportar una metodología de desarrollo de software (tal como el Proceso Unificado de Rational) pero no especifica en sí mismo qué metodología o proceso usar”.²⁸

UML cuenta con varios tipos de diagramas, los cuales muestran diferentes aspectos de las entidades representadas:

Actores: A continuación se presenta los actores de la Fase 2 del proyecto, éstos complementan los que conforman en el proyecto anterior del mismo.

Estudiante: Es quien interactúa con todos los casos de uso y el beneficiario del prototipo del software educativo. Tabla 2. Actor Estudiante.

Actor	Estudiante.
Fase	2
Caso de Uso	Registrar Estudiante, validar Estudiante, consultar contenido, sesión de inferencias.
Tipo	Primario.
Descripción	Es el actor principal, es cualquier estudiante y/o usuario que desee utilizar el prototipo de software educativo
Autor	RUIZ POVEDA, Camilo Andrés.

Tabla 2. Actor Estudiante

Base de datos local: Interactúa con el caso de uso consultar información; contiene toda la información para desplegar todo el contenido sobre los cuerpos rígidos en equilibrio y todo el banco de preguntas para la sesión de evaluación. Tabla 3. Actor Base de datos local 28 UML http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_Unificado_de_Modelado, 07 de Abril de 2007.

Actor	Base de datos local.
Fase	2
Caso de Uso	Consultar información, informes.
Tipo	Secundario.
Descripción	Representa la base de datos local; donde se encuentra alojada toda la información sobre el tema de cuerpos rígidos en equilibrio, el banco de inferencias e informes (con texto y gráfico).
Autor	RUIZ POVEDA, Camilo Andrés.

Tabla 3. Actor Base de datos local

²⁸ UML http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_Unificado_de_Modelado, 07 de Abril de 2007

Profesor: Es quien interactúa con todos los casos de uso (Registro del profesor, consulta de informes e información, formatear la base de datos) y el beneficiario del prototipo del software educativo. Tabla 4. Actor Profesor.

Actor	Profesor.
Fase	2
Caso de Uso	Registrar profesor, validar profesor, consultar contenido, consultar informes, consultar sesión de inferencias.
Tipo	Primario.
Descripción	Es el actor que se encarga de consultar los informes que genera el prototipo con base en los resultados que obtienen los estudiantes, también puede consultar la información para verificar su veracidad y la sesión de preguntas para verificar la dificultad de estas.
Autor	RUIZ POVEDA, Camilo Andrés.

Tabla 4. Actor Profesor

Actor	Administrador.
Fase	2
Caso de Uso	Registrar administrador, validar administrador, consultar, ingresar, actualizar las variables de investigación (Contenido, consultas, informes, usuarios).
Tipo	Primario.
Descripción	Es el actor que se encarga de actualizar el sistema (Contenido, consultas, informes, usuarios).
Autor	RUIZ POVEDA, Camilo Andrés.

Tabla 5. Actor Administrador

Administrador: Es quien se encarga de la información y mantenimiento del software.

Actor	Base de datos actualizada.
Fase	2
Caso de Uso	Consultar información, informes.
Tipo	Secundario.
Descripción	Representa la base de datos actualizados; donde se encuentra alojada toda la información sobre el tema de cuerpos rígidos en equilibrio, el banco de inferencias e informes (texto y gráficos).
Autor	RUIZ POVEDA, Camilo Andrés.

Tabla 6. Base de datos actualizada.

Base de datos actualizada: Es quien almacena toda la información actualizada del prototipo (Contenido, consultas, informes, usuarios), es la base de datos que el administrador actualiza.

Actor	Base de datos de registros.
Fase	2
Caso de Uso	Registrar, validar (administrador, profesor, estudiante).
Tipo	Secundario.
Descripción	Representa la base de datos de registros; donde se guarda la información relacionada con el administrador, profesor y estudiante.
Autor	RUIZ POVEDA, Camilo Andrés.

Tabla 7. Actor Base de datos de registros

Base de datos de registros: Registra y valida al administrador para permitir el ingreso y la actualización del software; al profesor para permitir el ingreso al módulo de informes y al estudiante para entrar al módulo de consulta y la sesión de preguntas.

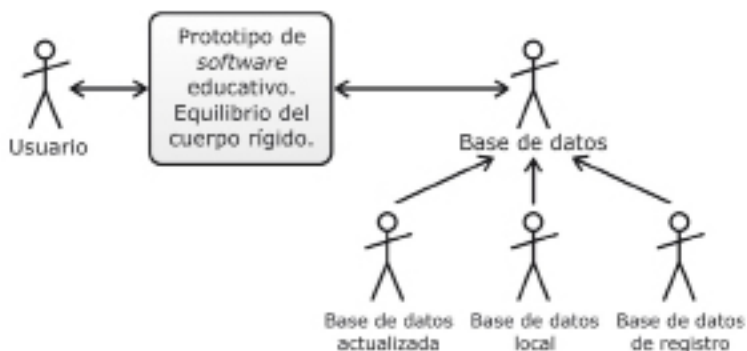


Figura 15. Actores

Casos de uso: a continuación se describen los diferentes casos de uso que se pueden presentar en el prototipo de software educativo.

Actor	Registrar Estudiante.
Fase	2
Caso de Uso	Estudiante, base de datos de registros.
Tipo	Inclusión
Propósito	Permitir a un estudiante registrarse en el sistema del software educativo.
Precondiciones	La información que se requiere para registrar el usuario en el sistema. La información que contiene el registro (nombre, apellido, código, documento, email y grupo).
Flujo principal	Se ejecuta el caso de uso validar usuario.
Subflujos	Se presenta al estudiante la pantalla "P2. Crear registro estudiante" que contiene información de registro que debe llenar el estudiante, lo cual incluye nombre, apellido, código, documento, email y grupo (que le asigna el profesor). El sistema usará el código, el documento y el grupo para validar el usuario. Las opciones de grupo son: Grupo AA Grupo BB Grupo CA Grupo CB Grupo CC Grupo CD

Subflujos	El estudiante asigna un grupo manualmente. El estudiante puede seleccionar entre las siguientes actividades: “Enviar”, Si el usuario selecciona el botón Enviar el sistema se registra y se almacena los datos en la base de datos de registro y hace clic en “Login” para regresar al Log-in de estudiante una vez registrado y validarlo.
Excepciones	Incompleta la información del estudiante del sistema.
Autor	RUIZ POVEDA, Camilo Andrés.

Tabla 8. Caso de uso: Registrar Estudiante

Caso de uso	Validar Profesor.
Fase	2
Actores	Profesor, base de datos de registro.
Tipo	Inclusión
Propósito	Validar al profesor ya registrado o creado en la base de datos, para ingresar al prototipo.
Resumen	El profesor inicia con un Log-in donde ingresa su nombre y cedula, estos se validan con la información de la base de datos para conceder el acceso al modulo de informes de resultados.
Precondiciones	Se requiere que anteriormente el administrador del prototipo, cree al profesor en la base de datos, es decir que el administrador realice el caso de uso crear profesor.
Flujo Principal	Se presenta la pantalla principal (Log-in) al profesor, donde se debe ingresar el nombre y la cedula. La opción es “Entrar”. Se valida al profesor con su nombre y la cedula. Después de la validación puede acceder al menú de informes de resultados.

Sub-flujo	Ninguno.
Excepciones	Si la validación no es exitosa, el administrador debe verificar los datos del profesor y actualizarlos o si no existe realizar el caso de uso crear profesor.
Autor	RUIZ POVEDA, Camilo Andrés.

Tabla 9. Caso de uso: Validar Profesor

Caso de uso	Consultar información.
Fase	2
Actores	Estudiante, Profesor, base de datos de local.
Tipo	Inclusión
Propósito	Permitir al estudiante consultar toda la información sobre estática y el equilibrio de cuerpo rígido.
Resumen	El estudiante consulta todo los temas relacionados con la estática y el equilibrio del cuerpo rígido.
Precondiciones	Se requiere que anteriormente que el estudiante haya ingresado al prototipo registrándose al mismo.
Flujo Principal	Se presenta una pantalla principal donde encuentra un mapa de navegación. Este está compuesto por botones que los llevan a el contenido específico que desea consultar.
Sub-flujo	Consultar preguntas.
Excepciones	Ninguna..
Autor	RUIZ POVEDA, Camilo Andrés.

Tabla 10. Caso de uso: Consultar Información

Caso de uso	Consultar informes.
Fase	2
Actores	Profesor, base de datos de Actualizada.
Tipo	Inclusión
Propósito	Permitir al profesor consultar los informes que crea el prototipo a partir de las sesiones de trabajo de los usuarios.
Resumen	El profesor consulta los diferentes informes que genera el prototipo, los informes contienen los resultados de las sesiones de trabajos que realizaron los estudiantes.
Precondiciones	Se requiere que anteriormente que el profesor haya ingresado al prototipo con su respectiva validación.
Flujo Principal	<p>Se presenta al profesor la pantalla principal donde encuentra un menú para seleccionar el informe que desea consultar. Las opciones son:</p> <p>Grupo AA Grupo BB Grupo CA Grupo CB Grupo CC Grupo CD</p> <p>Al seleccionar alguna de las opciones se presenta una pantalla donde encontrará todos los resultados y la gráfica global del resultado del grupo.</p>
Sub-flujo	Consultar los detalles de la sesión de cada estudiante.
Excepciones	Solo se puede generar informes si ya se ha realizado al menos una sesión de trabajo.
Autor	RUIZ POVEDA, Camilo Andrés.

Tabla 11. Caso de uso: Consultar Informes

Caso de uso	Consultar Inferencias
Fase	2
Actores	Usuario, Profesor, base de datos de local
Tipo	Inclusión
Propósito	Permitir al usuario consultar el banco de inferencias que tiene el prototipo sobre estática, específicamente en equilibrio del cuerpo rígido
Resumen	El usuario depuse de consultar el contenido sobre equilibrio de cuerpo rígido pasa a la sesión de inferencias, las cuales están definidas por el código que ingresa al inicio de la sesión de trabajo
Precondiciones	Se requiere que el usuario haya ingresado al prototipo, sin embargo, no es obligatorio consultar la información puede empezar la sesión de inferencias sin haber leído nada.
Flujo Principal	Se presenta una pantalla principal en donde va a encontrar la inferencia la cual consta de dos premisas y una conclusión. Las opciones son: Verdadero Falso Después de escoger una opción automáticamente pasa la siguiente inferencia. La sesión consta de 10 inferencias
Sub-flujo	Ninguno
Excepciones	El usuario debe terminar la sesión para poder salir del prototipo.

Tabla 12. Caso de uso: Consultar Inferencias



Figura 16. Caso de uso Consultar información



Figura 17. Caso de uso Consultar Inferencias

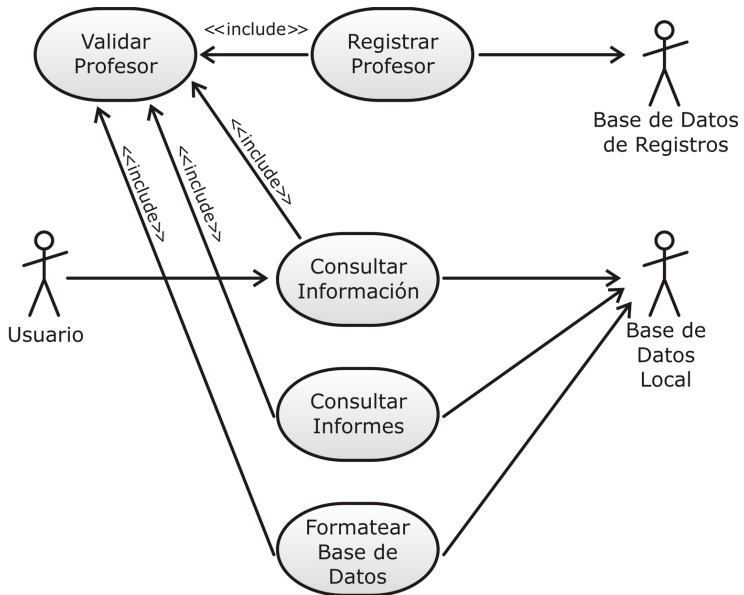


Figura 18. Caso de uso Profesor

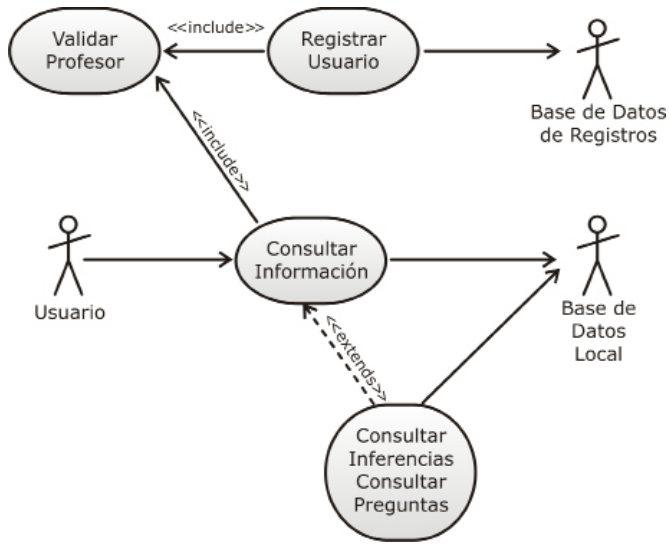


Figura 19. Caso de Uso usuario

Diagrama de clases: es el diagrama principal para el análisis y diseño; este presenta las clases del sistema con sus relaciones estructurales y de Consultar Inferencias herencia. La definición de clase incluye definiciones para atributos y operaciones.

El modelo de casos de uso aportó la información necesaria para establecer las clases, los objetos, los atributos y las operaciones.

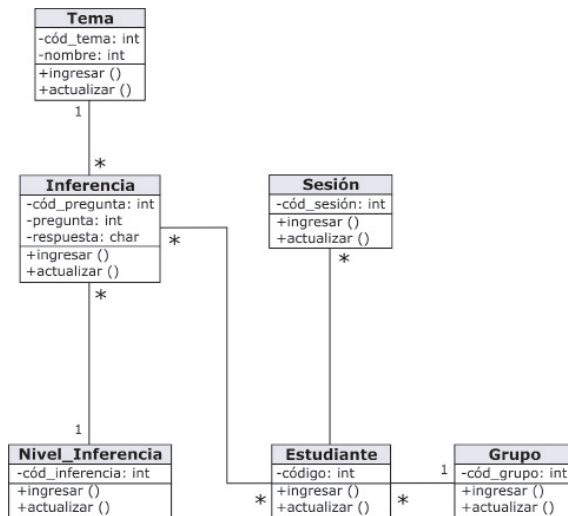


Figura 20. Diagrama de Clases con Atributos y Métodos

Asociaciones de Clases: La asociación expresa una conexión bidireccional entre objetos. Una asociación es una abstracción de la relación existente en los enlaces entre los objetos.

- Un tema tiene múltiples inferencias.
- Un nivel de inferencia tiene múltiples inferencias.
- Una sesión tiene múltiples estudiantes
- Un estudiante tiene múltiples sesiones
- Un grupo tiene múltiples estudiantes.
- Un estudiante tiene múltiples inferencias.
- Una inferencia tiene múltiples estudiantes

Diccionario de Clases: indica las características de cada clase

Tema: se identifica con código, y un nombre. Un tema puede tener muchas inferencias.

Inferencia: se identifica con un código, una inferencia, una respuesta a la inferencia. Una inferencia pertenece a un nivel de inferencia.

Nivel Inferencia: se identifica con un código. Un nivel de inferencia puede tener muchas inferencias.

Sesión: se identifica con un código. Una sesión puede tener varios estudiantes.

Grupo: se identifica con un código. Un grupo puede tener varios estudiantes.

Estudiante: se identifica con un código. Un estudiante puede responder varias inferencias.

Diagrama de objetos: representa un conjunto de objetos y sus relaciones. Se utilizan para describir estructuras de datos, instantáneas de los elementos encontrados en los diagramas de clases. Cubre los mismos aspectos que los diagramas de clases pero desde una perspectiva de casos reales o prototípicos.

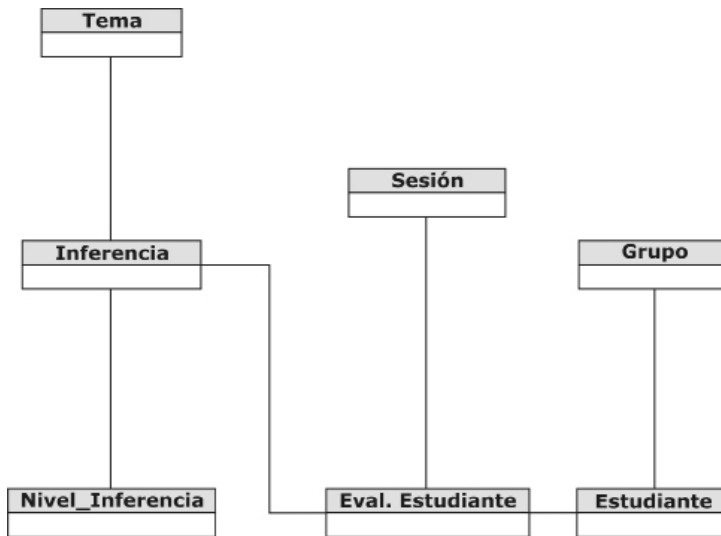


Figura 21. Diagrama de Objetos

Diagrama de componentes: este diagrama muestra cómo se comporta la aplicación una vez iniciada una sesión, el usuario debe ingresar su código y escoger el grupo que se visualiza en la interfaz. Los módulos se encargan del funcionamiento de la aplicación recolectando y almacenando la información en la base de datos local. Posteriormente el profesor inicia una sesión con su nombre y número de cédula que se visualiza en la interfaz para trabajar el módulo de informes.

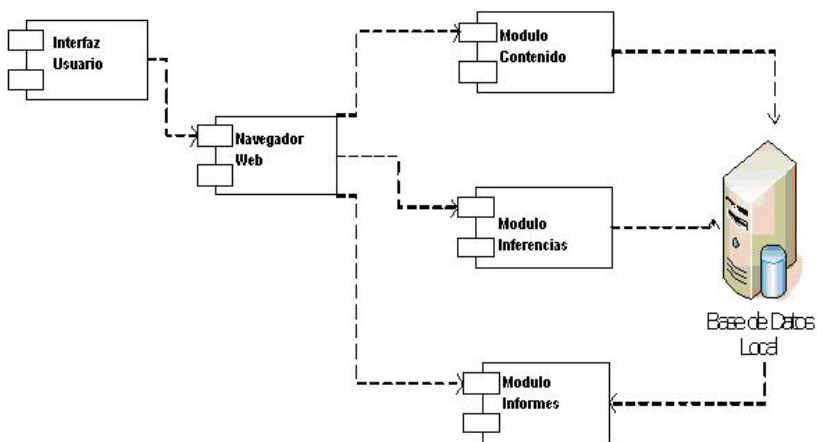


Figura 22. Diagrama de Componentes

Diagrama de despliegue: el usuario consulta la información libremen-

te y la aplicación se encarga de recolectar y almacenar los datos en la Base de Datos local, de esta forma se pueden generar los informes de consulta para el docente.

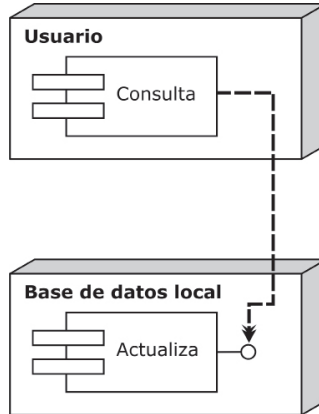


Figura 23. Diagrama de despliegue

Base de Datos: el diseño de bases de datos es el proceso por el que se determina la organización de una base de datos, incluidos su estructura, contenido y las aplicaciones que se han de desarrollar. A continuación se presenta el modelo conceptual de la base de datos.

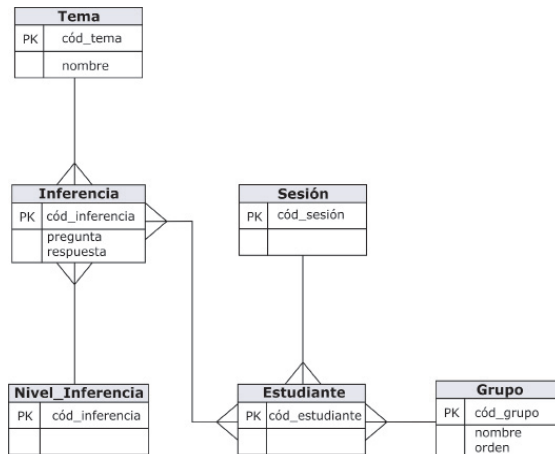


Figura 24. Modelo conceptual de la base de datos

El Aplicativo Web

Después de la validación por los expertos y por los usuarios, la versión

del software educativo empleada en la investigación se presenta a continuación.

Página de Inicio del estudiante: en esta el estudiante ingresa el código de la Universidad de San Buenaventura y selecciona el grupo al que fue asignado. En la figura 25 se presenta la página de inicio (Login).



Figura 25. Página de inicio del estudiante



Mapa de Navegación: una vez se ha registrado el estudiante y se valida la información en la base de datos, el software presenta el menú principal o mapa de navegación, desde el cual se puede acceder a cada una de las páginas hipertextuales con el contenido de la unidad temática de equilibrio del cuerpo rígido. En la figura 26 se muestra el mapa de navegación.


El mapa de navegación es más amplio que el espacio disponible en la pantalla, por ello es necesario desplazarse verticalmente en la página para acceder a todas las opciones de navegación.

Universidad De San Buenaventura
Facultad de Ingeniería

Junta Universal o Cardán

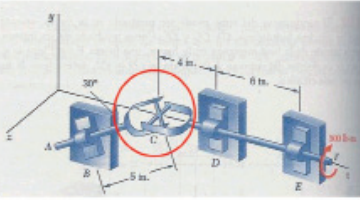
El **cardán** es un componente mecánico que permite unir dos ejes que giran en ángulo uno respecto del otro. Su objetivo es transmitir el movimiento de rotación de un eje al otro a pesar de ese ángulo. En los vehículos de motor se suele utilizar como parte del árbol de transmisión, que lleva la fuerza desde el motor situado en la parte delantera del vehículo hacia las ruedas trasera. El principal problema que genera el cardán es que, por su configuración, el eje al que se le transmite el movimiento no gira a velocidad angular constante.

SopORTE	Reacción
 <p>Junta o unión universal</p>	 <p>Tres componentes de fuerza y un par</p>



Ejemplo:

En la figura se muestran dos ejes unidos en C mediante una Junta cardán. Esta permite que los dos ejes giren sobre los cojinetes y se pueda transmitir la potencia entre ejes no colineales.



Menú

Universidad De San Buenaventura Digital

Figura 28. Hipertexto de la junta cardán

Evaluación: después de revisar el contenido de los hipertextos el es-

tudiante debe pasar al módulo de evaluación, allí se le presentan diez inferencias, las cuales pueden ser de primero, segundo o tercer nivel, según corresponda al grupo y/o sesión. El estudiante debe contestar falso o verdadero. En la figura 29 se presenta la página de evaluación.



Finalización de sesión: Cuando el estudiante termina de responder las inferencias, el software le indica que la sesión ha finalizado. En la figura 30 se muestra la página que indica la finalización de la sesión.



Figura 30. Finalización de sesión

Página de inicio del profesor: el profesor puede acceder al menú de informes a través de la página de inicio del profesor. En la figura 31 se muestra la página de inicio del profesor.



Figura 31. Página de inicio del profesor

Menú de informes: una vez que el profesor se ha identificado y la base de datos valida la información, éste puede acceder al menú de informes. En la figura 32 se muestra la página del menú de informes.



Figura 32. Menú de informes.

Resultados globales: desde el menú de informes, el profesor puede

ingresar a cada de una de los grupos y ver los resultados globales de la evaluación realizada por los estudiantes en cada una de las sesiones.

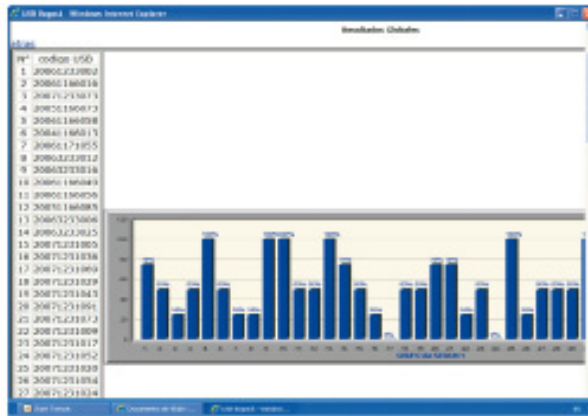


Figura 33. Resultados globales

Resultados detallados: desde la página de los resultados globales se puede ingresar a la página que presenta los resultados detallados, allí el profesor puede ver las inferencias que se le presentaron a cada estudiante, la respuesta dada por éste y el tiempo empleado para responder.

The screenshot shows a window titled 'Estudiante: 20071231047 en Sesión 1 de Grupo CD'. Below the title is a table with four columns: 'INFERENCIA', 'RESPUESTA USUARIO', 'RESPUESTA CORRECTA', and 'TIEMPO'. The table contains 10 rows of data. At the bottom, it shows 'PROMEDIO 80.0%'.

INFERENCIA	RESPUESTA USUARIO	RESPUESTA CORRECTA	TIEMPO
Si un cuerpo rígido en un estado de reposo es sometido por una fuerza y un punto fijo, entonces está en equilibrio.	F	F	00:00:24
Si un cuerpo rígido en un estado de reposo es sometido por un apoyo de frotamiento y una fuerza normal, entonces está en equilibrio.	F	F	00:00:11
Si un cuerpo rígido en un estado de reposo es sometido únicamente por una acción de pasador entonces no está en equilibrio.	F	F	00:00:13
Si un cuerpo rígido en un estado de reposo está sujeto por tres cables colados con una línea de acción que pasa entonces está en equilibrio.	F	F	00:00:12
Si un cuerpo rígido en un estado de reposo está sujeto únicamente por un punto entonces está en equilibrio.	F	F	00:00:07
Si un cuerpo rígido en un estado de reposo está sujeto únicamente por un punto entonces no está en equilibrio.	F	F	00:00:11
Si un cuerpo rígido en un estado de reposo es sometido por una acción tipo articulación está en equilibrio.	F	F	00:00:11
Si un cuerpo rígido en un estado de reposo es sometido por un apoyo de frotamiento y una fuerza normal entonces está en equilibrio.	F	F	00:00:10
Si un cuerpo rígido en un estado de reposo está sujeto únicamente por una acción de pasador entonces no está en equilibrio.	F	F	00:00:08
Si un cuerpo rígido en un estado de reposo es sometido por un apoyo fijo y un cable colado entonces no está necesariamente en equilibrio.	F	F	00:00:10

PROMEDIO 80.0%

Figura 34. Resultados detallados

Informe de Navegación: desde el menú de informes también se pue-

sus datos. Posteriormente, el software confirma la eliminación de los registros.

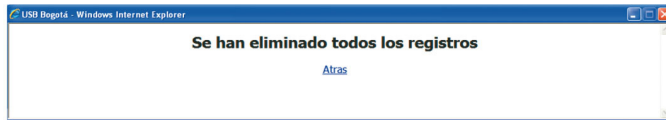


Figura 37. Confirmación de eliminación de registros.

Capítulo 4

Resultados, Análisis y Conclusiones

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos, el análisis y la interpretación de acuerdo con los antecedentes y el marco teórico, se plantean algunas proyecciones que surgen del proyecto y se establecen las conclusiones.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados permiten poner a prueba las hipótesis planteadas en la investigación, las cuales se presentan aquí para facilitar el análisis de los resultados obtenidos.

Ha1: Si se utiliza el programa “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos” entonces las habilidades de razonamiento deductivo desarrolladas por los estudiantes mejorarán.

Ho1: Si se utiliza el programa “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos” entonces las habilidades de razonamiento deductivo desarrolladas por los estudiantes no mejorarán.

Ha2: Hay diferencias en las habilidades de razonamiento deductivo desarrolladas por los cuatro grupos de estudiantes que utilizaron el “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos”.

Ho2: No hay diferencias en las habilidades de razonamiento deductivo desarrolladas por los cuatro grupos de estudiantes que utilizaron el “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos”.

Los resultados permiten poner a prueba las hipótesis planteadas en la investigación; en la tabla 13 se presenta el descriptivo de la prueba de Wilcoxon efectuada para comparar el desempeño en habilidades de razonamiento

deductivo de los estudiantes, antes y después de interactuar con el software educativo.

Rangos			
Rangos	N	Rango promedio	Suma de rangos
post - pro Rangos negativos	3 ^a	3.33	10.00
post - pro Rangos positivos	33 ^b	19.88	656.00
Empates	0 ^c		
Total	36		

Tabla 13. Descriptivo prueba de Wilcoxon

Estadísticos de contraste ^b	
	Post - pre
Z	-5.075 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	.000

Tabla 14. Estadísticos de contraste prueba de Wilcoxon

En la tabla 14 se presentan los estadísticos de contraste de la prueba de Wilcoxon. Siendo el resultado -5.075 , menor al alfa (0.05), se rechaza la hipótesis nula H_0 y se valida la hipótesis alterna H_a , lo cual significa que con un 99.5% de confianza, hay diferencia estadísticamente significativa entre la aplicación del pre test y el post test, mostrando que el software educativo si aportó al desarrollo del razonamiento deductivo.

Lo anterior es soportado a partir del análisis estadístico descriptivo de los datos recolectados en el pre-test y el pos-test. Los resultados del análisis se presentan en la tabla 15.

Estadística Descriptiva	Pre	Post
Media	71,34	86,44
Error típico	1,82	1,45
Mediana	73,33	87,75
Moda	63,33	91,33
Desviación estándar	10,92	8,69
Varianza de la muestra	119,18	75,58
Curtosis	-0,14	0,73
Coefficiente de asimetría	-0,42	-0,91
Rango	46,67	36,00
Mínimo	43,33	64,00
Máximo	90	100
Suma	2568,33	3111,66
Cuenta	36	36

Tabla 15. Resultados análisis estadístico descriptivo pre-test y post –test

En la tabla 16 se presenta el descriptivo de la prueba de Kruskal-Wallis efectuada para comparar el desempeño en habilidades de razonamiento deductivo de los estudiantes después de interactuar con el software educativo. Tabla 16. Descriptivo prueba de Kruskal-Wallis

Rangos		
Condición	N	Rango Promedio
Resultado		
1	9	19.39
2	9	21.17
3	9	16.33
4	9	17.11
Total	36	

Tabla 16. Descriptivo prueba de Kruskal-Wallis

En la tabla 17 se presentan los estadísticos de contraste de la prueba de Kruskal-Wallis. Dado que el valor calculado de la prueba es 1.179, no se rechaza la hipótesis nula, ya que este valor es significavente mayor que el alfa (0.05), esto indica que aunque los resultados muestran diferentes valores de

desempeño en el desarrollo de las habilidades de razonamiento deductivo, estos no son estadísticamente significativos. Por lo tanto no hay diferencias estadísticamente significativas entre las combinaciones de valores trabajados; por lo que se puede establecer que se valida la hipótesis nula H_0 2 y se rechaza la hipótesis alterna H_a 2

Tabla 17. Estadísticos de contraste prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados del análisis estadístico descriptivo de cada grupo de estudiantes se presentan en la tabla 18.

Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	Resultado
Chi-cuadrado	1.179
gl	3
sig. asintót.	.758

Tabla 17. Estadísticos de contraste prueba de Kruskal-Wallis

Los resultados del análisis estadístico descriptivo de cada grupo de estudiantes se presentan en la tabla 18.

Estadística Descriptiva	A	B	C	D
Media	83,22	85,02	88,59	88,91
Error Típico	4,19	3,31	1,83	1,43
Mediana	87,00	85,00	87,83	91,33
Moda	94,33	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	12,56	9,92	5,48	4,29
Varianza de la muestra	157,76	98,45	30,03	18,44
Curtosis	-1,09	-0,50	1,69	-0,60
Coefficiencia de asimetría	-0,36	-0,49	0,89	-0,84
Rango Mínimo	36,00	30,50	18,67	12,17
Máximo	64,00	67,33	81,33	81,33
Suma	100	97,833	100	93,5
Cuenta	749,00	765,17	797,33	800,16
Total Inferencias	9	9	9	9
Total de Inferencias Trabajadas	15	25	30	50

Tabla 18. Resultados del análisis estadístico del post-test por grupo

Los mejores resultados obtenidos por el grupo D que trabajó 5 sesiones y 10 inferencias por cada sesión, permiten afirmar que cuando un individuo es entrenado en inferencias no importa la organización de sesiones e inferencias por sesión, sino el total de inferencias trabajadas. En la última fila de la tabla, 18 se muestra el total de inferencias trabajadas por los estudiantes de cada grupo, los miembros del grupo A trabajaron 15 inferencias cada uno, los del grupo C trabajaron 25 inferencias, los del grupo B trabajaron 30 inferencias y los estudiantes del grupo D trabajaron en total 50 inferencias cada uno. En la figura 38 se muestra la gráfica de % de desempeño en función del número total de inferencias trabajadas.

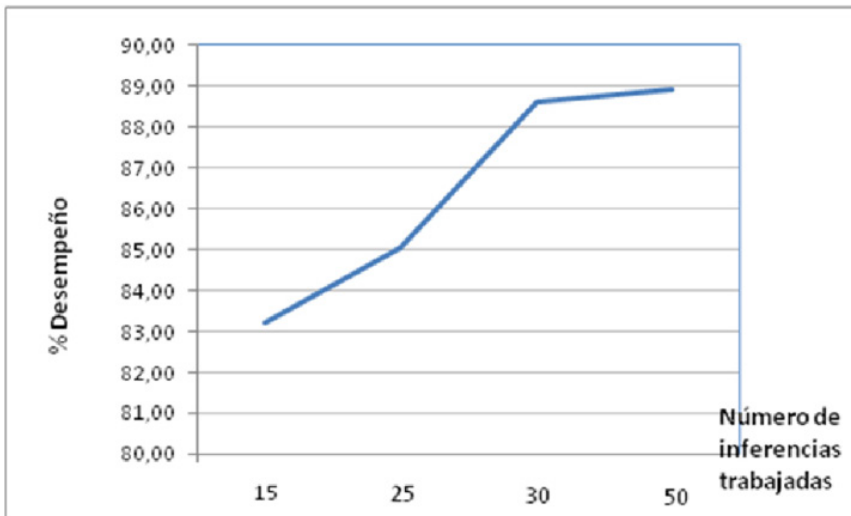


Figura 38. Gráfica de % de desempeño contra número de inferencias trabajadas.

Validación de hipótesis

Luego de analizar los resultados de la prueba de Wilcoxon, en la que se obtuvo -5.075 , menor al alfa (0.05), se rechaza la hipótesis nula H_0 y se valida la hipótesis alterna H_a , lo cual significa que con un 99.5% de confianza, hay diferencia estadísticamente significativa entre la aplicación del pre test y el post test, mostrando que el software educativo si aportó al desarrollo del razonamiento deductivo, se puede establecer lo siguiente:

Se valida la hipótesis H_a , la cual fue formulada así:

H_a 1: Si se utiliza el programa “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos” entonces las habilidades de razonamiento deductivo de-

sarrolladas por los estudiantes mejorarán. En la hipótesis Ha1 se compara el desempeño de los grupos A, B, C y D antes y después de la utilización del “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos”. En ésta se establece que el desempeño de todos los grupos es más alto después de utilizar el software comparado con el desempeño de todos los grupos sin la utilización del software. El grupo B de acuerdo con los resultados de la prueba de hipótesis F efectuada entre los grupos A y B se encontró que existen diferencias significativas a favor del grupo A. (Ver tabla 17)

Se valida la hipótesis Ho2, la cual fue formulada así:

Ho2: No hay diferencias en las habilidades de razonamiento deductivo desarrolladas por los cuatro grupos de estudiantes que utilizaron el “software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos”

En la hipótesis Ho2 se compara el desempeño de los grupos A, B, C y D después de utilizar el software educativo. En la tabla 19 se presentan los estadísticos de contraste de la prueba de Kruskal-Wallis. Dado que el valor calculado de la prueba es 1.179, no se rechaza la hipótesis nula, ya que este valor es significativamente mayor que el alfa (0.05), esto indica que aunque los resultados muestran diferentes valores de desempeño en el desarrollo de las habilidades de razonamiento deductivo, estos no son estadísticamente significativos. Por lo tanto no hay diferencias estadísticamente significativas entre las combinaciones de valores trabajados; por lo que se puede establecer que se valida la hipótesis nula Ho2 y se rechaza la hipótesis alterna Ha2.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ACUERDO CON LA TEORÍA Y LOS ANTECEDENTES

Los mejores resultados obtenidos por el grupo D que trabajó 5 sesiones y 10 inferencias por cada sesión permiten afirmar que cuando un individuo es entrenado en inferencias, no importa la organización de sesiones e inferencias por sesión, sino el total de inferencias trabajadas; esto concuerda con los planteamientos de Richard Ivry, de la Universidad de California, quien sostiene que la perfección depende de la práctica, no de la predisposición. Igualmente Anders Ericsson, de la Florida State University, ha demostrado que el número de horas dedicadas a la práctica se correlaciona con el nivel de destreza del individuo en la tarea a la que se dedica; a mayor práctica, mayor dominio, y es la práctica lo que predice la pericia.

Los resultados obtenidos son coherentes con la Teoría de los Modelos Men-

tales Lógicos que establece que la complejidad de una inferencia está directamente relacionada con la cantidad de modelos mentales que debe representar el individuo para generar la conclusión, lo cual es reafirmado por Leighton J. en la investigación sobre la enseñanza de las habilidades de razonamiento deductivo y su determinación. Allí se establece que un silogismo indeterminado (categórico o condicional) requiere la creación de dos o tres representaciones mentales y es más complejo de solucionar que un silogismo determinado que únicamente requiere de una representación mental.

PERSPECTIVAS

El trabajo de investigación desarrollado abre nuevas perspectivas de futuras investigaciones, algunas que se plantean son:

IncurSIONAR con los silogismos condicionales y categóricos como formas de razonamiento deductivo.

Combinar inferencias textuales y gráficas en la evaluación.

Hacer un análisis de información verbal con algunos estudiantes que participaron en la investigación.

Involucrar las técnicas de tomografía por emisión de protones PET y/o imágenes por resonancia magnética FMRI empleadas desde la neurociencia y estudiar la neuroanatomía del cerebro cuando un individuo realiza procesos de razonamiento deductivo.

CONCLUSIONES

1. Al comparar los resultados obtenidos por el grupo D (media de 88,91%) que trabajó 5 sesiones y 10 inferencias por cada sesión (50 inferencias en total), con los resultados obtenidos por el grupo A (media de 83,22%) que trabajó 3 sesiones y 5 inferencias por cada sesión (15 inferencias en total) se aprecia que a mayor número de inferencias trabajadas mayor es el porcentaje de desempeño; lo anterior permite afirmar que cuando un individuo es entrenado para desarrollar procesos superiores (como es el razonamiento deductivo) no importa la organización de sesiones e inferencias por sesión, sino el total de inferencias trabajadas, es decir, que el trabajo se debe programar a mediano y largo plazo para lograr cambios significativos.

2. La representación de la unidad temática equilibrio de cuerpo rígido, es decir, el dominio de conocimiento a través de una ontología jerárquica su-

girió a los estudiantes un orden de estudio, empezando por el nodo de mayor jerarquía (superior) y luego por los siguientes en orden jerárquico hasta lograr un barrido total de todo el mapa de navegación. Lo anterior permitió a los estudiantes construir una representación mental sobre el dominio de conocimiento similar al mapa de navegación y esto facilitó la comprensión conceptual, así como la asimilación de las relaciones entre los nodos, lo que fue evidenciado en las pruebas que se realizaron para evaluar esta unidad temática en el curso regular de la carrera.

3. El rediseño del prototipo de software educativo se realizó con la metodología UML (Lenguaje Unificado de Modelado) y al seguirla paso a paso permitió evidenciar los elementos que darían cumplimiento a los requerimientos del usuario, de esto se determinó la necesidad de implementar varias bases de datos en las que se almacenaría la información fija (estática) y la cambiante (dinámica), así como la implementación del modelo pedagógico y la interface del usuario. La metodología UML resultó ser una buena herramienta a pesar de las limitaciones del investigador en su formación sobre desarrollo de software.

4. La aplicación del pre-test a los grupos experimentales una vez conformados, verificó la homogeneidad de los mismos y permitió empezar la experimentación. La aplicación del pre-test le da mayor rigurosidad al proceso investigativo y garantiza la validez del experimento, y por tanto de los resultados obtenidos.

5. El estudio del dominio de conocimiento en el software educativo permitió a los estudiantes mejorar su comprensión de la temática, lo que se reflejó en la resolución de problemas con mayor propiedad y en el mejor desempeño en las pruebas escritas en la clase de Mecánica Vectorial efectuadas para la evaluación del curso.

6. De acuerdo con las conclusiones obtenidas, se puede inferir que un ambiente computacional es una buena herramienta para el aprendizaje de los individuos, pero es de mayor impacto cuando con este ambiente computacional las personas desarrollan sus habilidades cognitivas.

Bibliografía

ALEJANDRO ALFONSO, Carlos A. "On - fine didactic material" Physics Practice on a virtual laboratory". Journal of Science Education Vol. 5 No. 2. 2004. P 109-111.

ALONSO Lauro, Los hemisferios cerebrales, Centro de estudios QBL, Disponible en: http://www.qbl.com.uy/apuntes/los_hemisferios_cerebrales.htm consultado octubre 23 de 2007.

ANDERS Ericsson, Ralf Th. Krampe, & Clemens Tesch-Romer (1993) The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance. Psychological Review. Vol. 100. No. 3, 363-406. Extraído el 14 de febrero de 2010 desde <http://www.psy.fsu.edu/faculty/ericsson.dp.html>.

AYALA. Maria Mercedes. Et. Al. Elementos para la enseñanza de la estática desde una perspectiva constructivista. Universidad Pedagógica Nacional. Física y Cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias; No 4, 1998. Bogotá. P 17 a 25.

BEER Ferdinand y JONHSTON Russell. Mecánica Vectorial para Ingenieros – Estática. 8ª Ed. Mc Graw-Hill. México 2007.

BOHORQUEZ, Héctor y HERNANDEZ DE RINCON, Ana Ismenia. El razonamiento común: un obstáculo epistemológico en geometría. Revista de Pedagogía. enero. 2003, vol.24, no.69 , p.7-37. Venezuela.

CABERO ALMENARA Julio. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Mc Graw Hill. España 2007

CASTILLO, N, & ARBELAEZ, T. (2008) Desarrollo de habilidades cognitivas: Software para estudiar el equilibrio de los cuerpos rígidos. Universidad de San Buenaventura sede Bogotá. Editorial Bonaventuriana. p. 1-175.

COVALEDA, Rodrigo. Et Al. Los significados de los conceptos de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica. Estudio exploratorio con estudiantes universitarios. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 4 No 1 2005.

CUEVAS ACOSTA, Jesús Humberto. Enseñanza de la física basada en mapas conceptuales. Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías – Contexto Educativo. Número 33 año V.

DE BONO, E. Aprender a pensar. Plaza & Janés. Barcelona. 1987.

DÍAZ GRANADOS, Fernando. Comprensión lectora de grupos con alto y bajo desempeño lector frente a diferentes tipos de hipertexto. Universidad del Norte, 2006.

DOMINGUEZ, Et Al. Proyecto de Inteligencia. Harvard. 1980.

GALVIS PANQUEVA, Alvaro. “Micromundos lúdicos interactivos: aspectos críticos en su diseño y desarrollo”, en Tecnología y Comunicación Educativas, Año 12, N° 28, pp. 29-39. 1998.

GIL PÉREZ, D., y VALDÉS CASTRO, P. Tendencias actuales en la enseñanza aprendizaje de la Física, en Temas escogidos de la didáctica de la Física. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba. 1996.

GODOY, Luis A. Éxitos y problemas de las analogías en la enseñanza de la mecánica. Journal of Science Education Vol. 3 No. 1. 2002. P11-14.

GOEL V, Dolan RJ. Explaining modulation of reasoning by belief. Cognition. 2003; 87: 11–22.

GOEL V, MAKALE M. The Hippocampal System Mediates Logical Reasoning about Familiar Spatial Environments. Journal of cognitive neuroscience. 2004, 16 pág 654-664.

GORTARI Eli de. Iniciación a la lógica. Editorial Grijalbo. 289 p. México 1982.

GONZALEZ ESPADA; Wilson J. Physics Education Research in the United Status: A Summary of its Rationale and Main Findings. Journal of Science Education Vol. 4 No. 1. 2003.P 5-7.

IPARRAGUIRRE, Lorenzo M. Una propuesta de enseñanza orientada a un aprendizaje más comprensivo de la dinámica. *Journal of Science Education* Vol. 4 No. 1. 2003. P25-27.

IVRY, R., Mayr, U., Hazeltine, E., Keele, S.W., & Heuer, H. (2003). The cognitive and neural architecture of sequence representation. *Psychological Review*, 110, 316-339. Extraído el 14 de febrero de 2010 desde http://ivrylab.berkeley.edu/pdf/kimhh_03.pdf.

KAMEL, Sherif et al. "The use of a hybrid model in web based education: "the global campus project". En "web based Education: learning from experience". Idea Group Publishing. 2003.

KERLINGER F. Investigación del comportamiento, técnicas y metodología. México: Interamericana. 1984.

KIRBY, J.R. Style, strategy, and skill in reading. En RR SSchmeck (Ed.) *Learning strategies and learning styles*. New York: Plenum.1988.

LAORDEN, Cristina. Et Al. Integrando descripciones de habilidades cognitivas en los metadatos de los objetos de aprendizaje estandarizados. *Revista de Educación a Distancia RED*. Año IV No. IV Julio 26 de 2005. Escuela Universitaria Cardenal Cisneros. Alcalá de Henares, Madrid-España. Disponible en: www.um.es/ead/red/M4/laorden26.pdf consultado enero 28 de 2006.

LEIGHTON, Jacqueline, Teaching and assessing deductive reasoning skills. *The Journal of experimental education*, vol 74, 2006 pág 109-136. Alberta, Canada.

MALDONADO G. Luis Facundo, et. al. Agente Q para estructuración de sistemas conceptuales: validación en entornos hipertextuales y textuales. En memorias del VIII Taller Internacional de Software Educativo TISE, 2003. Chile.

MALDONADO G. Luis, MACIAS David, ORTEGA Nerey, SARMIENTO Luis y SANABRIA Luis. Agentes de software generadores de preguntas y el desarrollo de la competencia cognitiva de hacer inferencias: La comprensión y la inferencia en diferentes niveles de profundidad en ambientes hipermediales. Informe Final. Grupo Tecnice. Universidad Pedagógica Nacional. 54

p. Bogotá 2004.

MALDONADO G. Luis, et. al. La complejidad en la solución de problemas: niveles de complejidad en problemas de geometría dinámica. Grupo Tecnice. Universidad Pedagógica Nacional. 145 p. Bogotá 2005.

MALDONADO G. Luis, SANABRIA Luis, SARMIENTO Luis y MACIAS David. La comprensión y la inferencia en el estudio de hipertextos con el apoyo de un agente generador de preguntas. Grupo Tecnice. En Memorias TISE 2004 (IX Taller Internacional de Software Educativo) pág 19 –28 Santiago de Chile. 2004.

MAYER, Richard E. Pensamiento, resolución de problemas y cognición. Ed. Paidós. 480 p. Barcelona. 1985.

MEGÍA FERNANDEZ Miguel. Proyecto de Inteligencia Harvard. Serie IV Resolución de problemas. España 2002

MOREIRA R. Gustavo. Sistema de Aprendizaje Basado en el Web para Facilitar el Desarrollo del Pensamiento. En memorias IX Taller Internacional de Software Educativo TISE, 2004 Chile. Pág 29.

NICKERSON Raymond, et. Al. Enseñar a pensar. Aspectos de la aptitud intelectual. Ed. Paidós Barcelona 1994. Pág 136.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology, 2000. Disponible en: <http://www.ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noymcguinnessabstract.html> consultado el 27 de marzo de 2007.

PEREZ RODRIGUEZ, A. L. Et. Al. Como detectar preconcepciones en una clase de física. El caso de la esfera que desciende por un plano inclinado. Journal of Science Education Vol. 5 No.2. 2004. P 103-106.

PEIRCE Charles, Reasoning. 1901. Traducción castellana de Sara Barrena. Disponible en <http://www.unav.es/gep/Reasoning.html> consultado el 1 de agosto de 2006.

POZO MUNICIO, Juan Ignacio, Et Al. Aprender y enseñar ciencia. Ediciones Morata. Madrid. 1998.331 P.

RODRIGUEZ Jaime, El impacto de las TIC en 10 Universidades Colombianas, En Memorias Primer Congreso Internacional de Educación Mediada con Tecnologías. Universidad del Norte. Barranquilla. Octubre de 2004.

RUSELL y NORVING. Inteligencia Artificial: un enfoque moderno. Editorial Prentice Hall. 1996.

SANABRIA R. Luis B. y MACIAS M. David. Formación de competencias docentes. Diseñar y aprender con ambientes computacionales. Universidad Pedagógica Nacional. 140 p. Bogotá. 2006.

SANCHEZ SOTO. Iván R. Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender física. Journal of Science Education Vol. 5 No. 2. 2004. P77- 83.

SANCHEZ SOTO. Iván R. Validación de una metodología basada en actividades de aprendizaje con técnicas creativas para estudiantes universitarios. Journal of Science Education Vol. 2 No.2. 2001. P86-90.

SOTO LOMBANA; Carlos. Et. Al. A review of conceptual change research in science education. Journal of Science Education Vol. 6 No. 1. 2005. P 5-8.

TOBOSO P., Jesús. Evaluación de habilidades cognitivas en la resolución de problemas matemáticos. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Abril 27 de 2004.

UDEN, Lorna. "An Engineering Approach for Online Learning" Idea Group Publishing. 2003. UML http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_Unificado_de_Modelado, 07 de Abril de 2007.

WALDEGG, Guillermina. Et Al. Habilidades cognoscitivas y esquemas de razonamiento en estudiantes universitarios. Revista Mexicana de Investigación Educativa. Vol 4 No. 8 pp 203-244, Diciembre de 1999. Disponible en: www.comie.org.mx/revista/Resumenes/Numero8/8res1.htm.

ANEXOS

ANEXO A

PRE TEST

Prueba escrita

Apreciado estudiante:

A continuación encontrará una serie de preguntas que usted debe responder en la hoja de respuestas. No haga ninguna marca en este cuadernillo. Si requiere hacer algún diagrama o anotación, por favor solicite hojas blancas al docente.

El objetivo de ésta prueba es verificar el nivel cognitivo en el que se encuentran los grupos experimentales que trabajarán en la investigación sobre desarrollo de habilidades de razonamiento deductivo.

1. Juan es más bajo que Pedro, pero más alto que Miguel. Miguel es más bajo que Juan, pero más alto que Roberto. ¿Quién es el más alto y quién le sigue en altura?
2. María está aprendiendo idiomas y considera que el ruso es más difícil que el alemán. Considera además que el italiano es más fácil que el francés y que el alemán es más difícil que el francés. Según María, ¿cuál es el idioma más fácil y cuál es el más difícil?
3. Gloria y Virginia pesan más o menos lo mismo. Gloria es más pesada que Ana, quien es más liviana que María. ¿Cuál de estas posibilidades es la más correcta?
 - a. Gloria es más liviana que María
 - b. Gloria pesa más que María
 - c. Gloria podría pesar más o podría pesar menos que María
4. Para cada una de las afirmaciones, indique si la conclusión es verdadera

(V) o falsa (F)

- a. Si alguien es alemán, es europeo. Pedro es alemán.
Luego, Pedro es europeo
- b. Si alguien es alemán, es europeo. Pedro es europeo.
Luego, Pedro es alemán
- c. Si estamos en París, estamos en Francia. No estamos en París.
Luego, no estamos en Francia
- d. Si estamos en París, estamos en Francia. No estamos en Francia.
Luego, no estamos en París

5. A partir del siguiente texto, indique si la inferencia presentada es verdadera (V) o falsa (F)

Todo país debe tener su ejército. Si no lo tiene podría ser fácilmente dominado por un enemigo agresivo. El ejército puede servir para cosas diferentes de la guerra, como ayudar en tiempos de desastres (por ejemplo huracanes, inundaciones y terremotos). Un ejército proporciona empleos a la gente joven y por lo tanto contribuyen a mantener la tasa de desempleo bajo. Por otra parte, el servicio militar representa una oportunidad para que algunos jóvenes obtengan una preparación técnica o vocacional que no podría conseguir de otra manera.

- a. Si un país no tiene ejército, entonces puede ser dominado por otro país enemigo agresivo
- b. Si un país sufre un terremoto y tiene ejército, entonces puede atender con más personal el desastre.
- c. Si un país mantiene la tasa de desempleo baja, entonces tiene un ejército

6. Juanita, Rosa, Carolina y Maria fueron de compras al centro comercial. Carolina gastó menos que Rosa, pero más que Maria. Juanita gastó más que Carolina, pero menos que Rosa. ¿Quién gastó más y quién gastó menos?

7. Si tanto Roberto como Alfredo están más alegres que Tomás, mientras que Alberto está menos alegre que Roberto pero más alegre que Alfredo. ¿Quién está menos alegre?

8. Pedro, Juan y Miguel, tienen entre sí 9 lápices y 6 borradores, o sea, un total de 15 útiles de escribir. Pedro tiene 3 borradores y Juan tiene el mismo

número de lápices. Juan tiene un útil más que Pedro, que tiene 4. Miguel tiene tantos borradores como Pedro tiene lápices. ¿Cuántos lápices tiene Pedro y cuántos tiene Miguel?

9. En la casa de María hay un canario, un lorito, un gato grande y un perro policía. Se llaman Rampal, Perico, Félix y Rin-Tin-Tin, pero no necesariamente en ese orden. Rin-Tin-Tin es más pequeño que el loro y que Félix. El perro es más joven que Perico. Rampal es el más viejo y no se lleva bien con el loro. ¿Cuál es el nombre de cada animal?

Hoja de Respuestas

Nombre: _____ Código: _____

Fecha: _____ Grupo: _____

1. El mas alto es _____
Le sigue en altura _____
2. El idioma más facil es _____
El idioma más fácil es _____
3. La posibilidad más correcta es: a () b () c ()
4. a) F () V () b) F () V () c) F () V () d) F () V ()
5. a) F () V () b) F () V () c) F () V ()
6. Quien gastó más fue _____
Quien gastó menos fue _____
7. El menos alegre es _____
8. Pedro tiene _____ lápices
Miguel tiene _____ lápices
9. Rampal es el _____
Perico es el _____
Félix es el _____
Rin-Tin-Tin es el _____

ANEXO B

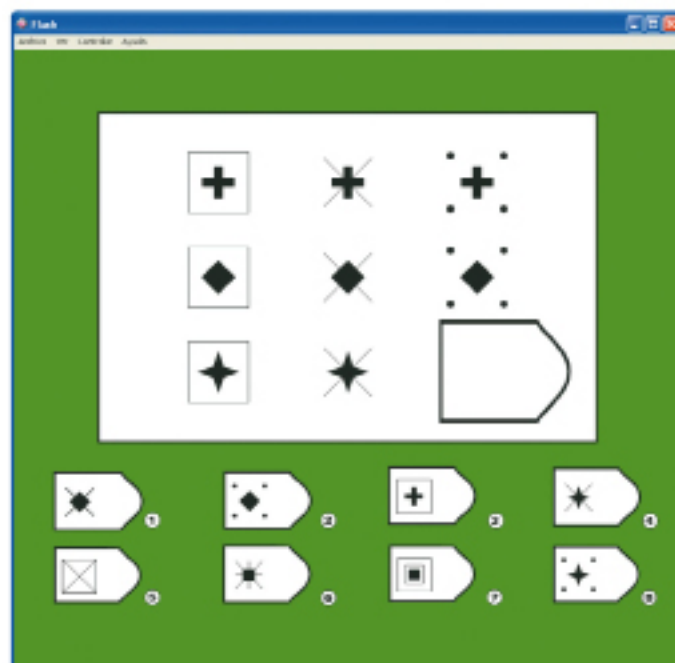
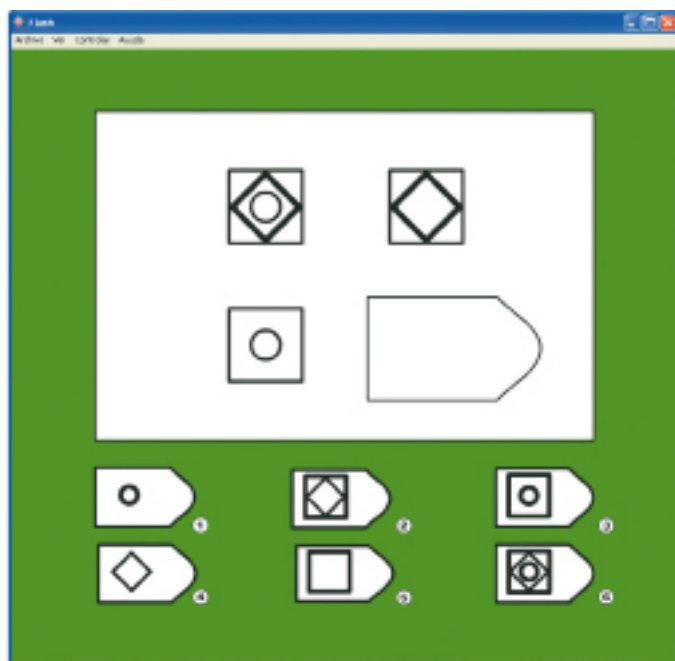
PRE-TEST

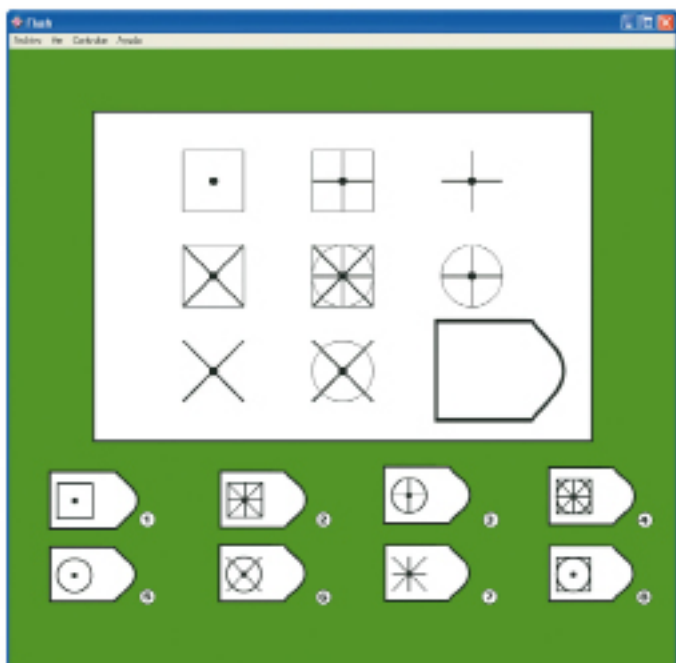
Test de Raven

El test de Matrices Progresivas de Raven es un test de razonamiento lógico. Es una prueba utilizada para medir el razonamiento lógico que suministra información directa de la magnitud individual de ciertas funciones cognitivas (observación y razonamiento deductivo) y la medida de la capacidad intelectual en general. El test consiste en presentar a la inspección del sujeto, 60 láminas encuadernadas de matrices impresas e incompletas ordenados por dificultad progresiva. Al pie de cada una de ellas hay 6 u 8 planchas dibujadas de las cuales sólo una sirve y en la que el sujeto resuelve los problemas por encaje tratando de completar el recuadro.

En el pre-test se empleo una versión corta de 15 láminas. A continuación se presentan algunas imágenes del test.









ANEXO C

POST-TEST

Prueba escrita

Lea detenidamente cada una de las inferencias que se presentan a continuación y establezca si es falsa o verdadera. Apunte su respuesta en la hoja de respuestas rellenando el ovalo correspondiente. No haga ninguna marca en esta hoja.

No.	Inferencia
1	Si la unión es mediante un cable corto en 2D entonces la reacción es una fuerza con línea de acción paralela al cable corto.
2	Si un cuerpo rígido en el plano está soportando por dos articulaciones (unión de pasador) entonces dice que es estáticamente indeterminado por que hay más incógnitas que ecuaciones.
3	Si se emplea como soporte uan superficie lisa 3D entonces se restringen tres grados de libertad.
4	Si se emplea como soporte en 2D un cable corto entonces se restringen dos grados de libertad.
5	Si un cuerpo rígido en el plano está soportado por un perno sin fricción y un cable entonces está en equilibrio.
6	Si la unión es mediante un collarín que se desliza sobre una barra en 2D sin fricción entonces la reacción es una fuerza con línea de acción paralela a la barra.
7	Si un cuerpo rígido en el espacio está soportado por un apoyo fijo entonces no está en equilibrio.

No.	Inferencia
8	Si se emplea como soporte en 2D una superficie rugosa entonces se restringen dos grados de libertad.
9	Si se emplea como soporte en 2D un apoyo fijo entonces se restringen dos grados de libertad.
10	Si un cuerpo rígido en 3D está soportado por dos rótulas y un cable corto entonces no está en equilibrio.
11	Si el soporte es un apoyo fijo (empotramiento) en 2D entonces las reacciones son dos fuerzas y un momento (torque).
12	Si un cuerpo rígido en el espacio está soportado por un apoyo fijo entonces las condiciones de equilibrio determinan un sistema lineal de seis ecuaciones con seis incógnitas.
13	Si el soporte es un apoyo de bola y cuenca en 3D entonces la reacción es una fuerza con línea de acción desconocida.
14	Si se emplea como soporte en 3D una bola y cuenca entonces se restringen tres grados de libertad.
15	Si el soporte empleado en 3D es una superficie rugosa entonces la reacción es una fuerza perpendicular a la superficie de contacto.

POST-TEST

Hoja de Respuestas

Nombre: _____ Código: _____

Fecha de Nacimiento:(DD/MM/AAAA) Lugar de Nacimiento: _____

Grupo: _____ Fecha: _____

No. Inferencia	F	V
1	O	O
2	O	O
3	O	O
4	O	O
5	O	O
6	O	O
7	O	O
8	O	O
9	O	O
10	O	O
11	O	O
12	O	O
13	O	O
14	O	O
15	O	O

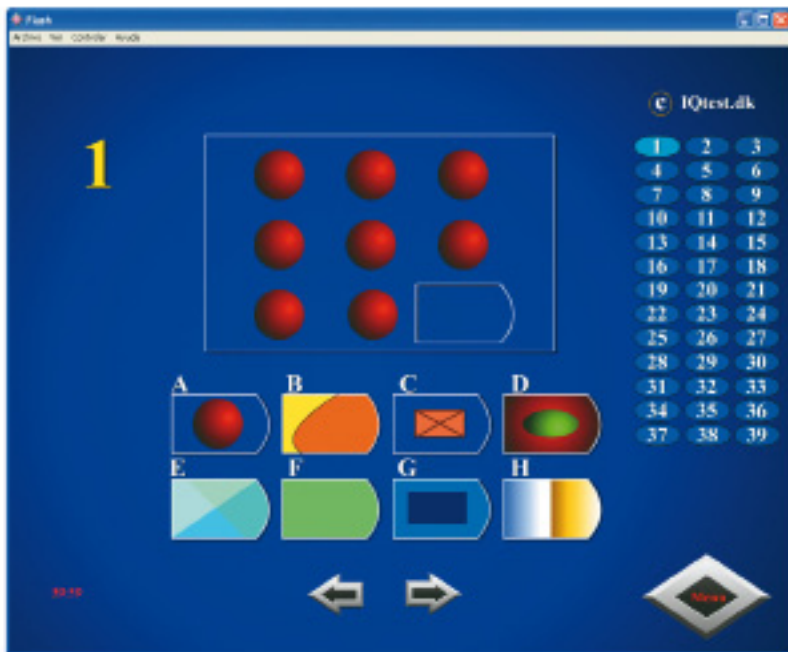
ANEXO D

POST-TEST

Test de Raven

En el post-test se empleó el Test de Raven de matrices coloreadas de 39 láminas.

A continuación se presentan algunas láminas del test.



12

IQtest.dk

1	A	2	D	3
4	5	6		
7	8	9		
10	11	12		
13	14	15		
16	17	18		
19	20	21		
22	23	24		
25	26	27		
28	29	30		
31	32	33		
34	35	36		
37	38	39		

20:00

20

IQtest.dk

1	A	2	D	3
4	5	6		
7	8	9		
10	11	12		
13	14	15		
16	17	18		
19	20	21		
22	23	24		
25	26	27		
28	29	30		
31	32	33		
34	35	36		
37	38	39		

18:42

Flank

22

IQtest.dk

1	A	2	D	3
4	5	6		
7	8	9		
10	11	12		
13	14	15		
16	17	18		
19	20	21		
22	23	24		
25	26	27		
28	29	30		
31	32	33		
34	35	36		
37	38	39		

A B C D

E F G H

38:29

← →

Next

Flank

28

IQtest.dk

1	A	2	D	3
4	5	6		
7	8	9		
10	11	12		
13	14	15		
16	17	18		
19	20	21		
22	23	24		
25	26	27		
28	29	30		
31	32	33		
34	35	36		
37	38	39		

A B C D

E F G H

38:29

← →

Next

IQtestLink

39

A B C D

E F G H

1 A 2 D 3
4 5 6
7 8 9
10 11 12
13 14 15
16 17 18
19 20 21
22 23 24
25 26 27
28 29 30
31 32 33
34 35 36
37 38 39

← →

Next

The test is finished

Your IQ is calculated as being:

96

Calculated using the standard deviation: 16

Calculate other deviations: 17 16 24

Very low Low Normal High Mensa level

70 80 90 100 110 120 130 140

This is still a Beta version of IQtest.dk
The calculation of IQ is not yet calibrated. Therefore
the results should be taken with certain reservations!

If you have any comments, please send a mail to
anders.ditlev@dadlnet.dk